PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial

Neilda Martins Matos

AVANÇOS E DESAFIOS NA COLETA SELETIVA DE VIDRO EM BELO HORIZONTE, MG:
um estudo de caso sobre resíduos sólidos urbanos e sustentabilidade

Belo Horizonte
2024

Neilda Martins Matos

AVANÇOS E DESAFIOS NA COLETA SELETIVA DE VIDRO EM BELO HORIZONTE, MG:
um estudo de caso sobre resíduos sólidos urbanos e sustentabilidade

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Batista de Souza

Belo Horizonte

2024

FICHA CATALOGRÁFICA
Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Matos, Neilda Martins
M433a Avanços e desafios na coleta seletiva de vidro em Belo Horizonte, MG: um estudo de caso sobre resíduos sólidos urbanos e sustentabilidade / Neilda Martins Matos. Belo Horizonte, 2024.
125 f. : il.

Orientador: Jorge Batista de Souza

Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial

1. Lixo - Eliminação - Belo Horizonte. 2. Vidro. 3. Resíduos sólidos. 4. Coleta seletiva de lixo. 5. Meio Ambiente - Conservação. 6. Sistemas de informação geográfica. 7. Análise espacial (Estatística). I. Souza, Jorge Batista de. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 628.44
Ficha catalográfica elaborada por Fabiana Marques de Souza e Silva - CRB 6/2086

Neilda Martins Matos

AVANÇOS E DESAFIOS NA COLETA SELETIVA DE VIDRO EM BELO HORIZONTE, MG:

um estudo de caso sobre resíduos sólidos urbanos e sustentabilidade

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Batista de Souza

Prof. Dr. Jorge Batista de Souza – PUC Minas (Orientador)

Prof. Dr. Luiz Eduardo Panisset Travassos – PUC Minas (Banca Examinadora)

Profa. Dra. Mariana Barbosa Timo – SPELAYON Consultoria (Banca Examinadora)

Belo Horizonte, 09 de dezembro de 2024

Dedico essa pesquisa aos catadores
de material reciclado, que ajudam a cidade
a ser um pouco mais sustentável.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que em sua infinita misericórdia colocou em meu caminho tantas pessoas boas.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Geografia, especialmente Bruno Durão Rodrigues e Luiz Eduardo Panisset Travassos.

Ao meu orientador, professor Jorge Batista de Souza, que me orientou com muita paciência e imensa competência.

Ao programa de bolsas da CAPES e da PUC Minas.

A minha família pelo amor e incentivo.

Agradeço ao Rodrigo, grande Amor da minha vida, por seu carinho e seu companheirismo. Além disso o seu trabalho renovou meu apreço pela Geografia.

RESUMO

Este estudo traz um histórico da destinação dos resíduos sólidos do município de Belo Horizonte. Apresenta uma análise quantitativa sobre a coleta seletiva do vidro no período entre 2016 a 2021. Faz um georreferenciamento dos locais de entrega voluntária (LEV) de material reciclável distribuídos entre as nove Regionais Administrativas de Belo Horizonte; das Associações e Cooperativas contratadas pela Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), que atuam no recolhimento e destinação desses materiais e das escolas municipais que participam do programa de coleta seletiva. Na busca por um conhecimento do meio ambiente esta pesquisa identifica os avanços e desafios a serem superados para o aumento da coleta seletiva do vidro em Belo Horizonte.

Palavras-chave: Meio Ambiente. Resíduos Sólidos Domiciliares. Coleta Seletiva do vidro. Belo Horizonte.

ABSTRACT

This study provides a history of the disposal of solid waste in the city of Belo Horizonte. It presents a quantitative analysis of the selective collection of glass from 2016 to 2021. It georeferences the voluntary delivery locations (LEV) of recyclable material distributed among the nine Administrative Regions of Belo Horizonte; the Associations and Cooperatives contracted by the Superintendence of Urban Cleaning (SLU), which work on the collection and disposal of these materials; and the municipal schools that participate in the selective collection program. In the search for knowledge of the environment, this research identifies the advances and challenges to be overcome in order to increase the selective collection of glass in Belo Horizonte.

Keywords: Environment. Household Solid Waste. Glass Selective Collection. Belo Horizonte.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipologia de disposição de Resíduos Sólidos em MG em 2020.....24
Figura 2 - Estrutura da Legislação sobre Resíduos.....26
Figura 3 – Composição geral do vidro.....32
Figura 4 - Empreendimentos de reciclagem em Belo Horizonte.....36
Figura 5 - Caminhões utilizados na coleta 1929.....51
Figura 6 - Câmaras de fermentação Beccari.....52
Figura 7 - Detalhe das Câmaras de fermentação Beccari.....52
Figura 8 - LEV, ponto a ponto no Bairro Santa Inês, Regional Leste.....76
Figura 9 - Recipiente para coleta seletiva do vidro, no bairro Santa Inês.....76
Figura 10 - Novos recipientes para coleta seletiva, no Bairro São José, Regional Pampulha.....77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Coleta seletiva em Belo Horizonte ano 2016.....88
Gráfico 2 - Coleta seletiva em Belo Horizonte- ano 2017.....89
Gráfico 3 - Coleta seletiva em Belo Horizonte – Ano 2018.....90
Gráfico 4 - Coleta seletiva em Belo Horizonte- Ano 2019.....91
Gráfico 5 - Coleta seletiva em Belo Horizonte- Ano 2020.....93
Gráfico 6 - Coleta seletiva em Belo Horizonte- Ano 2021.....94
Gráfico 07 - Coleta Seletiva em Belo Horizonte- Ano 2016 a 2021.....95
Gráfico 08 - A coleta seletiva em Belo Horizonte- variação ao longo do tempo.....95
Gráfico 09 - Média Móvel da coleta seletiva em Belo Horizonte – Ano de 2016 a 2021.....96
Gráfico 10 - Coleta seletiva de todos os materiais (total misto) em Belo Horizonte - Ano de 2016 a 2021.....97
Gráfico 11 - Coleta seletiva de vidro em BH - Ano 2016 a 2021.....98
Gráfico 12 - Variação da coleta do vidro em Belo Horizonte- Ano 2016 a 2021.....98
Gráfico 13 - Coleta seletiva do vidro em BH de 2016 a 2021.....99
Gráfico 14 - Média Móvel da coleta do vidro em Belo Horizonte- Anos 2016 a 2021.....100

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Localização de Belo Horizonte.....42
Mapa 2 – Vazadouro do Morro das Pedras.....54
Mapa 3 - Aterro Sanitário Califórnia.....55
Mapa 4 - Localização do Aterro Sanitário Macaúbas.....56
Mapa 5 - Tipos de coletas de resíduos em Belo Horizonte.....64
Mapa 6 - Localização dos LEV em Belo Horizonte - Ano 2023.....75
Mapa 7 - Localização das Associações e Cooperativas contratadas pela SLU em 2024.....80
Mapa 8 - Escolas da Rede Municipal de Belo Horizonte participantes da Coleta Seletiva - Ano 2024.....84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados das Regionais de Belo Horizonte.....61
Quadro 2 - Escolas municipais que participam da coleta seletiva.....82
Quadro 3 - Coleta seletiva em Belo Horizonte - Ano de 2016.....87
Quadro 4 - Coleta seletiva em Belo Horizonte - Ano de 2017.....89
Quadro 5 - Coleta seletiva em Belo Horizonte - Ano de 2018.....90
Quadro 6 - Coleta Seletiva em Belo Horizonte - Ano de 2019.....91
Quadro 7 - Coleta Seletiva em Belo Horizonte - Ano de 2020.....92
Quadro 8 - Coleta Seletiva em Belo Horizonte - Ano de 2021.....93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINEE - Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASMARE - Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Material Reaproveitável
ASSOCIRECICLE - Associação dos Recicladores de Belo Horizonte
CAFe - Comunidade Acadêmica Federada
COOMARP - Cooperativa dos Trabalhadores com Materiais Recicláveis da Pampulha Ltda
COOPEMAR - Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Belo Horizonte
COOPEMAR Oeste - Cooperativa de Reciclagem do Oeste de Belo Horizonte
COOPESOL LESTE - Cooperativa Solidária dos Trabalhadores e Grupos Produtivos da Região Leste
COOPESOL - Cooperativa Solidária de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis
COOPERSOLI BARREIRO - Cooperativa Solidária dos Recicladores e Grupos Produtivos do Barreiro e Região
CEMPRE - Compromisso Empresarial para a Reciclagem
COMAM - Conselho Municipal de Meio Ambiente
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM - Conselho Estadual de Política Ambiental
CTR - Central de Tratamento de Resíduos
CTR Macaúbas - Central de Triagem de Resíduos Macaúbas
CTRS - Central de Tratamento de Resíduos Sólidos
DN - Deliberação Normativa
EWMA - *Exponential Weighted Moving Average* (Média Móvel Exponencialmente Ponderada)
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE-SISEMA - Instituto Estadual de Florestas / Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais
Jogue Limpo - Programa de Reciclagem de Embalagens de Óleos Lubrificantes (Mantenedor: empresas do setor de óleos lubrificantes)

LEVs - Locais de Entrega Voluntária

LEV - Levantamento de Estudo de Vazios (pontos de coleta de lixo)

LR - Logística Reversa

MMA - Ministério do Meio Ambiente

NGOs - *Non-Governmental Organizations* (Organizações Não Governamentais)

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

OMS - Organização Mundial da Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

PBH - Prefeitura de Belo Horizonte

PECS - Plano Estadual de Coleta Seletiva

PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PMGIRS-BH - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte

PNMA - Política Nacional de Meio Ambiente

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

RSU - Resíduos Sólidos Urbanos

SLU - Superintendência de Limpeza Urbana

SLA - Sistema de Licenciamento Ambiental

SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente

SIG - Sistemas de Informações Geográficas

UTC - Unidade de Triagem e Compostagem

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

URPV - Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes

URP - Unidade de Recebimento de Pneus

RSS - Resíduos de Serviços de Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15

2. REFERENCIAL TEÓRICO 19

2.1 Resíduos sólidos urbanos 20

2.2 Impactos ambientais e sociais da gestão inadequada de resíduos sólidos 23

2.3 Políticas públicas e legislação relacionadas à gestão de resíduos sólidos no Brasil (Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS) 25

2.4 Processos e benefícios da reciclagem de vidro 29

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 34

3.1 Pesquisa bibliográfica 34

3.2 Pesquisa documental 35

3.3 Organização dos dados e elaboração de gráficos 36

3.4 Conversa com as Associações e Cooperativas 38

3.5 Espacialização e georreferenciamento 39

3.6 Seleção e descrição dos instrumentos e técnicas de coleta de dados 40

3.7 Procedimentos para análise e interpretação dos dados 40

4- CONTEXTO DE BELO HORIZONTE 42

5 PERFIL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS EM BELO HORIZONTE, COM FOCO NO VIDRO 50

5.1 Destinação dos Resíduos 66

5.1 Infraestrutura e serviços existentes para a gestão de resíduos sólidos, incluindo a reciclagem de vidro (coleta, tratamento e destinação final) 67

6 ANÁLISE DA SITUAÇÃO DA COLETA SELETIVA DE VIDRO EM BELO HORIZONTE 87

6.1 Programas e iniciativas de coleta seletiva de vidro 87

6.2 Participação dos catadores de materiais recicláveis e suas organizações (cooperativas e associações) no processo de coleta seletiva de vidro 103

6.3 Barreiras e desafios enfrentados na implementação de programas de reciclagem de vidro. 106

6.4 Propostas e Recomendações 108

6.5 Integração da coleta seletiva de vidro com outras práticas de gestão de resíduos sólidos e políticas de sustentabilidade 110

7. CONCLUSÃO 113

REFERÊNCIAS 119

1 INTRODUÇÃO

Há uma sensibilidade crescente na mudança do padrão do comportamento de consumo da sociedade atual associado a produção, circulação e destinação de embalagens, que podem se tornar resíduos extremamente nocivos ambientalmente. Nesse processo de busca de maior sustentabilidade destacam-se as chamadas “cidades sustentáveis” ou ainda “cidades inteligentes” se referem a uma nova concepção de planejamento urbano, que preconiza modificações nos modelos de organização espacial, ambiental e social das cidades. De modo a garantir a qualidade de vida da população, a gestão dos resíduos sólidos urbanos é elemento primordial nesta nova concepção urbana (Zago & Barros, 2019).

A perspectiva de melhoria nos padrões de atuação na proteção ambiental passa, certamente, por uma adequada destinação dos resíduos sólidos. No entanto, são evidentes as dificuldades para a construção de novos paradigmas, aptos a auxiliar na solução da aparente contradição ainda persistente de promoção do desenvolvimento econômico, com a necessidade de proteger os recursos naturais. Essa promoção do desenvolvimento econômico pode ocorrer por meio da racionalização do processo produtivo, do reaproveitamento de matérias-primas, especialmente não renováveis, da destinação adequada dos resíduos oriundos da atividade econômica, com a consequente economia de recursos, economia de energia e postergação da poluição gerada; bem como no que concerne à mitigação das desigualdades sociais (Leff, 2006; Leff, 2009).

Além de inúmeros trabalhos no campo das ciências ambientais sobre a questão dos resíduos sólidos, destaca-se a problematização acerca das relações sociais, responsabilização do Estado na regulamentação, promoção da educação ambiental e a garantia para destinação sustentável de materiais realizada por Florêncio (2016) para no âmbito das nove Regionais Sanitárias na cidade/município de Belo Horizonte/MG.

A destinação correta dos resíduos sólidos urbanos é uma questão importante, embora uma parte da população não tenha acesso ao básico, seu consumo seja mínimo, outra parcela da população tem se tornado cada vez mais consumista. A ampliação das compras pela internet com a entrega dos produtos por meio de empresas transportadoras faz com que o comércio aumente as embalagens para

proteger os produtos que circulam. A necessidade de proteger o produto e evitar a perda do mesmo aumenta a quantidade de embalagem, por exemplo, um simples vidro de azeitona quando entregue em casa, vem protegido por papelão ou plástico, ou seja, nas residências um único produto pode gerar dois tipos de embalagem, que se tornam resíduos que deveriam ter uma correta disposição final.

No município de Belo Horizonte a Central de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTRS), conhecida como Aterro Sanitário, inaugurada em fevereiro de 1975, não recebe mais resíduos sólidos desde dezembro de 2007 quando sua capacidade se esgotou. Atualmente os resíduos sólidos recolhidos na cidade de Belo Horizonte são destinados a Central de Tratamentos de Resíduos Macaúbas – CTR Macaúbas, situado no município de Sabará, na Região Metropolitana de Belo Horizonte.

A destinação correta dos resíduos sólidos urbanos é fundamental para a sustentabilidade ambiental nas grandes metrópoles. Com o crescente aumento do consumo e a intensificação do uso de embalagens, especialmente as de vidro, surge a necessidade urgente de aprimorar os sistemas de gestão de resíduos. O vidro, apesar de ser 100% reciclável e reutilizável, ainda enfrenta desafios significativos em seu processo de coleta e reciclagem. Em Belo Horizonte, esforços têm sido feitos para implementar práticas de coleta seletiva eficientes, porém, obstáculos como a baixa valorização econômica do vidro reciclado, a logística de transporte e a conscientização da população ainda limitam o pleno aproveitamento desse material.

Diante desse contexto, a presente pesquisa busca responder à seguinte pergunta norteadora: *Quais são os avanços e desafios na coleta seletiva de vidro em Belo Horizonte, e como esses fatores impactam a sustentabilidade e a gestão de resíduos sólidos urbanos na cidade?*

Considerando que na maioria dos pontos de coleta da Prefeitura de Belo Horizonte existem, atualmente, apenas dois tipos de compartimentos, um para vidro e outro para os demais recicláveis (papel e papelão, metal e plástico), o objetivo geral é diagnosticar a destinação final dos resíduos sólidos vidro pelas associações e/ou cooperativas, analisando a coleta seletiva das embalagens de vidro no município de Belo Horizonte.

Objetivos específicos: (a) Quantificar o volume de vidro coletado através da coleta seletiva nas regionais de Belo Horizonte e identificar as principais formas de destinação adotadas para esse resíduo; (b) Mapear os pontos de coleta seletiva de vidro e a localização das associações e cooperativas que recebem esse material nas

diferentes regionais administrativas de Belo Horizonte; e (c) Identificar os principais atores envolvidos na cadeia de reciclagem do vidro descartado no município, analisando suas funções e interações na gestão dos resíduos vítreos.

O Brasil passou por uma grande transformação social, relativamente em pouco tempo, na década de 1950 a maior parte da sua população era rural, já na década de 1960 tornou-se um país de população predominantemente urbana, juntamente com esse aumento da urbanização houve um considerável crescimento populacional. Na década de 1970 houve um processo de industrialização no país e formação de áreas metropolitanas. No entanto, esse processo de urbanização nem sempre veio acompanhado do acesso ao saneamento básico, com abastecimento de água e rede de esgotos e serviços de limpeza pública. (Moura et al.,2003) A rápida industrialização e urbanização trouxe consequências sobre o meio ambiente.

Em 1972 a Organização das Nações Unidas (ONU) reuniu-se na Suécia para discutir problemas ambientais na Conferência de Estocolmo. Em 1983 a ONU criou uma Comissão Especial para o Meio Ambiente, que escreveu o *Relatório Brundtland*[1] ou *Nosso Futuro Comum*, publicado em 1987 trouxe o conceito de desenvolvimento sustentável. Em 1992, no Rio de Janeiro, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Eco-92, foi aprovada a Agenda 21, principal documento com os compromissos assumidos pelos 179 países para um novo modelo de desenvolvimento que seja econômica, social e ambientalmente sustentável. Em 2002 a ONU realizou em Joanesburgo, África do Sul, a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, a Rio+10, em que as metas estabelecidas na Agenda 21 foram redimensionadas. (PBH, 2005)

Uma das preocupações ambientais é o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, tanto pelo fato de seu descarte em local inadequado poder gerar poluição do solo e das águas, quanto pelo crescente aumento do volume de resíduos pode significar dificuldade de encontrar, nas grandes cidades, áreas para instalar aterros sanitários e, no pior dos cenários, levar ao esgotamento de alguns recursos naturais. Uma das ações que podem minimizar a geração de resíduos é a coleta seletiva, que também tem um componente social, uma vez que significa geração de renda para os catadores de material reciclável (Abreu & Tavares, 1996).

[1] Sobrenome da primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, que coordenou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.

A importância desta pesquisa em explorar o destino do vidro está diretamente ligada à escassez de estudos acadêmicos sobre sua reciclagem e reutilização, especialmente dentro da geografia, quando comparado a outros materiais recicláveis como papel, plástico e alumínio. Em tempos onde a sustentabilidade tem se tornado uma prioridade para diversos setores empresariais, a gestão eficiente dos resíduos sólidos é essencial, associando-se ao fortalecimento de marcas e responsabilidade social. Esse movimento tem ecoado também na educação, com práticas de conscientização ambiental nas escolas desde cedo, onde o tema da segregação de resíduos é abordado e o vidro ganha destaque na identificação das lixeiras (verde), junto com as outras cores que sinalizam materiais específicos.

No Brasil, embora o vidro seja 100% reciclável, seu índice de reaproveitamento ainda é baixo, tornando urgente a necessidade de aprimorar a gestão desse resíduo. Em Belo Horizonte, uma cidade que já investe em coleta seletiva, os desafios de coleta e reciclagem de vidro permanecem significativos. Quando descartado de forma inadequada, o vidro pode gerar impactos ambientais duradouros, devido à sua resistência à degradação. Este estudo contribui para o entendimento da cadeia de reciclagem do vidro, mapeando pontos críticos e identificando oportunidades para tornar o sistema mais eficiente e sustentável.

A relevância desta pesquisa também se reflete em sua capacidade de mapear a infraestrutura de coleta existente, incluindo pontos de coleta seletiva e a atuação de associações e cooperativas, além de quantificar o volume de vidro descartado na cidade. Esses dados são fundamentais para a formulação de políticas públicas que incentivem a reciclagem de vidro e promovam maior conscientização da população sobre a importância desse processo. Ao fornecer uma análise detalhada dos atores envolvidos na cadeia de reciclagem do vidro, a pesquisa oferece subsídios para melhorar as práticas de coleta e destinação de resíduos, contribuindo para a redução de impactos ambientais e promovendo o fortalecimento de uma economia circular e mais sustentável na região.

.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo fundamenta os conceitos essenciais para compreender a gestão de resíduos sólidos urbanos, com ênfase na reciclagem do vidro em um contexto urbano como o de Belo Horizonte. Primeiramente, aborda-se o conceito de resíduos sólidos, suas classificações e os desafios específicos que o vidro representa para a coleta seletiva e o descarte sustentável. Em seguida, o capítulo explora as políticas públicas e marcos regulatórios, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que orientam as práticas de manejo e destinação desses materiais no Brasil. Com base em estudos e modelos de gestão aplicados, são analisadas as práticas de reciclagem de vidro e a atuação das cooperativas, destacando as oportunidades e limitações enfrentadas na implementação de uma economia circular.

A produção de resíduos é uma característica intrínseca às atividades humanas, observada desde tempos remotos. No entanto, o crescimento acelerado da população e a intensificação dos processos produtivos nas últimas décadas fizeram com que o volume e a diversidade desses resíduos atingissem níveis críticos. Atualmente, a composição dos resíduos sólidos inclui materiais complexos e, muitas vezes, tóxicos, que representam riscos crescentes tanto para a saúde humana quanto para os ecossistemas (Gonçalves, 2003).

Com o surgimento das cidades e, posteriormente, a Revolução Industrial, houve uma transformação significativa na natureza dos resíduos gerados. Em sociedades tradicionais, a maioria dos descartes era orgânica e se decompunha naturalmente, sem grandes impactos ao ambiente. Contudo, a industrialização trouxe o uso de materiais duráveis, incluindo substâncias químicas e sintéticas, que não se degradam facilmente e podem persistir por longos períodos no ambiente (Lima, 2013).

Conceição (2005) destaca que a questão do lixo não se limita ao descarte em si, mas reflete um modelo de produção e consumo excessivo, alimentado pela cultura da descartabilidade e pela obsolescência programada dos produtos. Essa visão é corroborada por Strauch e Albuquerque (2008), que consideram os resíduos um sintoma de um problema maior: o uso insustentável dos recursos naturais. O estilo de vida das sociedades contemporâneas, orientado para o consumo imediato e intenso, exerce pressão significativa sobre o meio ambiente, levando ao esgotamento de recursos e à geração de grandes quantidades de resíduos.

Na prática, muitos resíduos ainda são dispostos de maneira inadequada em lixões a céu aberto, sem medidas efetivas de controle, o que agrava os problemas ambientais e de saúde pública. Em locais sem gestão adequada, ocorre a contaminação do solo, e da água pelo chorume e a liberação de metano, um gás de efeito estufa. Essas áreas, além de comprometerem o meio ambiente, representam uma ameaça à saúde pública, promovendo a proliferação de vetores de doenças como dengue, leptospirose e gastroenterites (Conceição, 2005).

As consequências da gestão ineficaz dos resíduos vão além dos danos ambientais imediatos, pois impactam diretamente comunidades em situação de vulnerabilidade. Em muitas regiões do Brasil, a ausência de infraestrutura adequada para o manejo de resíduos é acompanhada por altos índices de pobreza e falta de saneamento básico, o que torna essas populações mais expostas a problemas de saúde decorrentes do contato com o lixo (Barros, 2012).

Além disso, as populações que dependem economicamente da catação em lixões enfrentam condições de trabalho insalubres e frequentemente sofrem estigmatização social. Embora os aterros sanitários sejam considerados a alternativa mais apropriada para a disposição de resíduos, a falta de recursos e de planejamento adequado ainda limita sua implementação em muitas regiões.

2.1 Resíduos sólidos urbanos

A definição de resíduos sólidos abrange uma diversidade de materiais que resultam das atividades humanas e podem ser reintegrados em cadeias produtivas, seja para reutilização, reciclagem ou compostagem, promovendo benefícios ambientais, sociais e econômicos. Em termos gerais, os resíduos sólidos podem ser considerados como subprodutos ou matérias-primas secundárias, capazes de serem reaproveitados em novos processos.

Embora os termos “lixo” e “resíduo” sejam frequentemente tratados como sinônimos, há uma evolução conceitual que se destaca nas últimas décadas, fruto da conscientização ambiental sobre os impactos do descarte inadequado. Segundo Kligerman (2000), essa distinção se intensificou conforme as práticas de disposição final passaram a ser questionadas. Conceição (2005) acrescenta que os conceitos podem variar ao longo do tempo e entre culturas, refletindo percepções e práticas sociais distintas.

Diversos autores abordam os resíduos de formas complementares: Consoni, Peres e Castro (2000) os descrevem como materiais considerados inúteis e descartáveis; já Monteiro et al. (2001) definem resíduos como bens que perderam sua utilidade e dos quais seus proprietários desejam se desfazer. Essas definições, ainda que válidas, nem sempre reconhecem o valor potencial dos resíduos como materiais reaproveitáveis, ou seja, como insumos que podem ser reutilizados ou reciclados em novos processos.

Por outro lado, autores como Lima (2001) e Naime (2005) apontam os resíduos como uma combinação de materiais heterogêneos que, embora sejam rejeitados, podem ser valorizados através de tratamento adequado. Barros (2012) enfatiza que os resíduos, ao serem tratados e valorizados, podem ser reintegrados ao sistema produtivo, diferentemente de abordagens que consideram apenas sua disposição final.

Em uma definição legal, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) considera resíduos sólidos como materiais que podem ter um valor comercial ou utilidade, sendo reaproveitados economicamente e ecologicamente. Em contraste, os materiais classificados como rejeitos são aqueles que não apresentam mais utilidade e são destinados diretamente a aterros sanitários.

A norma técnica brasileira ABNT NBR 10.004 (2004) também define resíduos sólidos como materiais descartados em estado sólido ou semissólido, resultantes de atividades domésticas, comerciais, industriais, agrícolas e de serviços de saúde. Essa norma classifica os resíduos em Classe I (perigosos) e Classe II (não perigosos), sendo os resíduos não perigosos subdivididos em Classe II A (não inertes) e Classe II B (inertes), considerando fatores como inflamabilidade, corrosividade e toxicidade, que representam potenciais riscos para a saúde pública e o meio ambiente.

Os resíduos podem ser classificados de diversas formas: quanto à origem (doméstica, comercial, de serviços de saúde, entre outros), composição (orgânica, inorgânica) e até mesmo pela possibilidade de aproveitamento econômico. Essa última classificação separa os resíduos em aproveitáveis e não aproveitáveis, com potencial de serem reciclados ou compostados, contribuindo para a economia circular e a redução do impacto ambiental (Souza-Dal Bó, 2019).

Além dos resíduos comuns, como os domésticos e os provenientes de limpeza pública, há os denominados "resíduos especiais", que incluem entulhos, pilhas,

lâmpadas e pneus. Para esses materiais, o gerenciamento cabe aos próprios geradores, que devem adotar práticas de disposição final adequadas. Já os resíduos sólidos urbanos, incluindo resíduos domésticos e de limpeza pública, são de responsabilidade do poder público municipal, que deve garantir uma gestão ambientalmente adequada conforme os princípios estabelecidos pela PNRS.

De acordo com o artigo 3º da Lei 12.305/2010, Política Nacional de Resíduos Sólidos, a definição do resíduo sólido é dada pelo inciso XVI:

> (...) material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) classificou os resíduos, segundo a Norma NBR 10.004/2004 em:

> Resíduos classe I – Perigosos: nessa classe estão incluídos os resíduos que podem ser inflamáveis, corrosivos, que reagem ao entrar em contato com água ou outra substância, tóxico e patogênicos, por exemplo: restos de panos contaminados com graxas, tintas, solventes, óleos usados;
>
> Resíduos classe II – Não perigosos;
>
> Resíduos classe II A – Não perigosos e não inertes. Nessa classe inclui os resíduos que não são perigosos, mas oferecem alguma possibilidade de contaminação porque possuem elementos em sua composição que podem ser solúveis em água e prejudicar a potabilidade da mesma, por exemplo: lamas de tratamento de água, sucatas ferrosas, areia de fundição. Os resíduos classe A são os reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: solos provenientes de terraplanagem e construção civil.
>
> Resíduos classe II B – Não perigosos e Inertes. Nessa classe estão os resíduos que não apresentam nenhuma das características de periculosidade como os da Classe I e nem possuem elementos que os tornam solúveis em água, são alguns exemplos: papel, plástico e vidro não contaminados. Os resíduos classe B são os recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e outros.

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com a atividade que o produziu: residencial ou domiciliar, comercial, dos serviços de saúde, industrial, varrição de logradouros públicos. Os resíduos sólidos podem ser classificados quanto a forma de ser tratado: biodegradável, descartável, reciclável.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) os resíduos podem ser classificados como: ordinários, anatômicos, radioativos, químicos, infecciosos,

pontiagudos e cortantes, farmacêuticos, embalagens sob pressão. Quanto à possibilidade de reagir os resíduos sólidos podem ser classificados como: inerte, reativo, orgânico. (Barros, 2012).

Para a Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) de Belo Horizonte os resíduos sólidos urbanos são os resíduos coletados ou recebidos pelo sistema público de limpeza urbana, incluídas as coletas realizadas pela SLU ou contratadas por empreiteiras e os resíduos entregues por meio de coletas particulares. (SLU/PBH). No dia 14/06/2023 teve o lançamento ABNT NBR 17100-1, norma sobre como fazer corretamente o gerenciamento de resíduos, desde a geração até a disposição final.

2.2 Impactos ambientais e sociais da gestão inadequada de resíduos sólidos

Em Minas Gerais existem exemplos de alguns tipos de tratamento correto de resíduos: compostagem, usinas de reciclagem, incineração, coprocessamento. A compostagem é uma transformação através de processos físicos, químicos e biológicos, do resíduo sólido orgânico em um composto, que pode ser usado como adubo em plantas. Esse processo é usado para resíduos domésticos orgânicos e podas de árvores de vias públicas, numa área dentro do antigo aterro de Belo Horizonte havia uma usina de compostagem.

A incineração é um tratamento térmico, processo recomendado para os resíduos perigosos, como os provenientes dos serviços de saúde e embalagens de agrotóxicos.

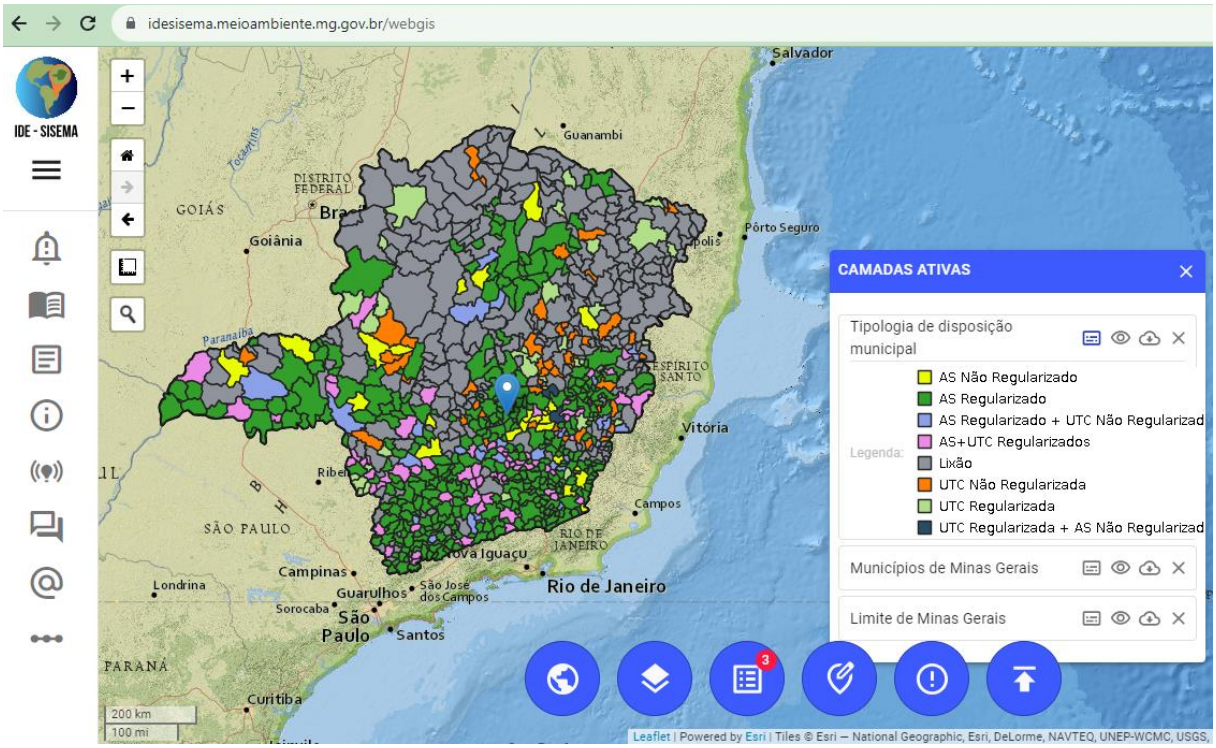
Reciclagem: é uma destinação ideal para os resíduos de classe II B como papel, plástico, vidro, metal, porque pode gerar um ganho econômico e é ambientalmente correto. A empresa recicladora deve ter Licença Ambiental para operar que contemple a utilização do resíduo como matéria-prima. Para que seja possível a reciclagem é necessária que seja feita a segregação dos resíduos na fonte, seja ela uma residência ou indústria, para isso se torna necessário implementar a coleta seletiva que vai separar os materiais. Outra forma possível de segregar os resíduos sólidos domésticos são nas unidades de triagem, normalmente seguidas de compostagem e por isso são chamadas de UTC.

Coprocessamento: a utilização de resíduos sólidos, líquidos ou semissólidos, de Classe I e Classe II para recuperação e/ou economia de energia e/ou substituição

de matérias-primas, disciplinado pela Deliberação Normativa (DN) COPAM nº 026, de 28 de julho de 1998. O coprocessamento é muito usado pela indústria cimenteira.

Para ocorrer a destinação correta é necessário existir no município uma correta gestão dos resíduos sólidos, que compreende todo o processo dos serviços de limpeza pública, com a coleta, o transporte, a varrição das vias públicas e destinação final em Aterro Sanitário Regularizado. Mas, ainda persistem outras formas de disposição final dos resíduos sólidos em Minas Gerais, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1– Tipologia de disposição de Resíduos Sólidos em MG em 2020



Fonte: IDE-SISEMA.

A disposição em áreas inadequadas, como lixão por exemplo, acarreta uma série de problemas ambientais, como contaminação do solo, possível contaminação da água superficial e até subterrânea com o chorume que pode percolar na rocha; para a população, principalmente vizinha dessas áreas, ocorre atração de animais, como ratos, baratas que podem ser vetores de doenças, além do mau odor característico da putrefação de material orgânico e desvalorização dos imóveis próximos a esse local (Barros, 2012).

2.3 Políticas públicas e legislação relacionadas à gestão de resíduos sólidos no Brasil (Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), implementada em 2010, estabeleceu que os municípios devem elaborar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) para acessar recursos e financiamentos federais. A PNRS incentiva as prefeituras a desenvolverem soluções em consórcio e a promoverem a coleta seletiva, especialmente quando em parceria com cooperativas e associações de catadores, priorizando o reaproveitamento e a reciclagem dos materiais descartados (Brasil, 2010).

Essa política define a gestão de resíduos como um conjunto integrado de atividades que abrangem desde a coleta até a destinação final dos resíduos, com um enfoque sustentável que considera as dimensões política, econômica, social, ambiental e cultural. O objetivo é buscar soluções sustentáveis que possam minimizar os impactos ambientais e promover uma economia circular no tratamento e disposição dos resíduos sólidos (Brasil, 2010).

Os PMGIRS devem conter, entre outros pontos, um diagnóstico da situação dos resíduos gerados, identificando volumes, tipos e áreas apropriadas para a disposição final. O plano também deve incluir indicadores de desempenho dos serviços de limpeza e manejo de resíduos, além de programas de educação ambiental, capacitação técnica e metas específicas para redução, reciclagem e coleta seletiva. Esse documento serve como uma ferramenta estratégica para orientar as políticas públicas locais de gestão de resíduos (Brasil, 2010).

Conforme previsto pela PNRS, os municípios tiveram até agosto de 2012 para elaborar seus PMGIRS, com revisões periódicas alinhadas aos planos plurianuais, ou seja, a cada quatro anos. Além disso, a Lei estipulou que todos os lixões deveriam ser fechados até 2014, promovendo sua recuperação e substituição por aterros sanitários que assegurem uma destinação ambientalmente segura.

Um diagnóstico eficiente sobre a gestão de resíduos no município inclui a análise detalhada da origem, tipo e quantidade de resíduos gerados. Esses dados permitem otimizar a coleta seletiva e aumentar o volume de resíduos reciclados, reduzindo o que é destinado a aterros e contribuindo para uma gestão mais

sustentável. A viabilidade de um sistema de coleta seletiva depende de conhecer a composição física dos resíduos, representada pelo percentual de cada tipo de material na massa total coletada, que é um indicador importante para definir estratégias de valorização (Pereira Neto, 1999; Jardim et al., 2000; Zanta Ferreira, 2003).

A PNRS reforça a importância de uma abordagem integrada na coleta seletiva, onde as prefeituras trabalham em parceria com organizações civis e outros agentes locais para maximizar o reaproveitamento dos resíduos recicláveis. O diagnóstico preciso da quantidade e qualidade dos resíduos é fundamental para aumentar o percentual de materiais que podem ser reciclados, contribuindo para uma gestão de resíduos mais eficiente e sustentável. (Souza-Dal Bó, 2019).

O sistema normativo que rege as questões relacionadas a área ambiental brasileira é composto por leis, quando editadas pelo Poder Legislativo, que na esfera federal é composto por duas casas legislativas: o Senado Federal e a Câmara dos Deputados; na esfera estadual em suas Assembleias Estaduais. Existem também os Decretos, editados pelos chefes do Poder Executivo, que podem ser publicados nas três esferas. E faz parte das normas ambientais brasileiras as Resoluções dos Órgãos Colegiados, compostos por representantes de órgãos públicos, do setor empresarial e entidades ambientalistas, no âmbito federal são realizadas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA); em Minas Gerais as Deliberações Normativas (DN) são feitas pelo Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM). Dentro da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS, Lei Federal 12.305/2010) foi estabelecido ainda dois instrumentos os Acordos Setoriais, definido pelo Decreto Federal nº 7.404 de 2010, e os Termos de Compromisso estabelecidos no art.36, inciso IV da PNRS, para possibilitar a logística reversa, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Estrutura da Legislação sobre Resíduos

<table>
<tr><th colspan="3">Estrutura da Legislação</th></tr>
<tr><td colspan="3">Lei Federal 12.305/2010 (PNRS)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Lei 6.938/1981
Lei 9.605/1998
Lei 10.165/2000</td><td>Decreto 7.404/2010
Decreto 7.405/2010</td></tr>
<tr><td colspan="2">Resoluções CONAMA</td><td>Acordos setoriais;
Termo de compromisso e
Decretos da LR</td></tr>
<tr><td>Legislação estadual</td><td>Legislação municipal</td><td>Normas Complementares</td></tr>
</table>

Fonte: IBAMA, 2023.

No município de Belo Horizonte a legislação ambiental é composta por: leis municipais, Decretos Municipais, Deliberações Normativas (DN) do Conselho Municipal de Meio Ambiente – COMAM, leis e ainda são seguidas as Deliberações Normativas estaduais e leis e Deliberações Normativas Federais.

No âmbito federal é importante a Lei 6.938/1981 sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) com princípios, objetivos e instrumentos para a proteção ambiental no Brasil. Essa lei criou o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) e o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais.

Na legislação brasileira os resíduos sólidos compõem o saneamento básico e é disciplinado pela Lei Federal nº 11.445/2007 que estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico, em seu artigo 3º, inciso I considera o saneamento básico um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de:

> i. abastecimento de água potável,
> ii. esgotamento sanitário;
> iii. limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: constituídos pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais de coleta, varrição manual e mecanizada, asseio e conservação urbana, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos domiciliares e dos resíduos de limpeza urbana; (redação pela Lei nº 14.026, de 2020) e
> iv. drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

A Lei Federal nº 12.305 de 02/08/2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010), alterou a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. XII - logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Mas antes da PNRS já existia a Lei Estadual 14.128 de 2001 sobre a Política Estadual de Reciclagem de Materiais e sobre os instrumentos econômicos e financeiros aplicáveis à gestão de resíduos sólidos. E a Lei Estadual nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009, sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos em Minas Gerais (PMGIRS, 2017)

O Decreto Federal 7.404 de 23/12/2010 estabeleceu as normas para execução da Lei Federal nº 12.305/2010 (PNRS) e criou o Comitê Interministerial da PNRS e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa.

No caso de embalagens em geral, que podem ser compostas de papel e papelão, plástico, alumínio, aço, vidro e embalagem cartonada longa vida existe um Acordo Setorial, com abrangência Nacional, assinado em novembro de 2015 pelas associações representativas das empresas do setor e pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). (PMGIRS- BH, 2017)

A DN COPAM 172 de 2011 definiu o Plano Estadual de Coleta Seletiva – PECS.

O Decreto Federal 11.413 de 2023 regulamentou o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa, o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral e o Certificado de Crédito de Massa Futura, dentro dos sistemas de logística reversa de que trata o art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

Quanto às normas estaduais relativas às questões específicas de alguns resíduos pode-se citar as Deliberações Normativas (DN) do Conselho Estadual de Meio Ambiente (COPAM) do Estado de Minas Gerais:

A DN 26 de 1998 que trata sobre o coprocessamento de resíduos em fornos de clínquer;

A DN 217 de 2017 que estabeleceu critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais;

A DN 232 de 2019 instituiu o Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos-Sistema MTR-MG- e estabeleceu os procedimentos para o controle de movimentação e destinação de resíduos sólidos e rejeitos no estado de Minas Gerais;

A DN 244 de 2022 estabeleceu os critérios para implantação e operação de aterros sanitários em Minas Gerais;

A DN COPAM nº 249 de 2024 implementou a logística reversa em Minas Gerais, regulamentou todos os setores que precisam aplicar a logística reversa dos seguintes produtos e embalagens no estado:

> Produtos eletroeletrônicos de uso doméstico, seus componentes e suas embalagens;
> - Pilhas e baterias portáteis;
> - Baterias chumbo-ácido automotivas, industriais e de motocicletas;
> - Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio, de vapor de mercúrio e de luz mista;
> - Embalagens de óleos lubrificantes;
> - Embalagens em geral de plástico, papel, papelão, metais e vidro;
> - Medicamentos domiciliares de uso humano, vencidos ou em desuso, e suas embalagens;
> - Pneus inservíveis (SEMAD, 2024).

Em Minas Gerais existe o programa Bolsa Reciclagem um incentivo financeiro para as Cooperativas e Associações cadastradas que realizam a coleta seletiva. Segundo Santana et al, 2022 esse programa possibilitou o aumento da comercialização do vidro no Estado, apesar do seu baixo valor comercial.

No Município de Belo Horizonte a Lei Municipal nº 10.534/12 dispõe sobre a limpeza urbana, seus serviços e o manejo de resíduos sólidos.

A legislação ambiental brasileira, as normas estaduais e municipais relacionada à gestão dos resíduos é ampla, a dificuldade existente é na fiscalização da mesma, uma vez que o número de fiscais não é suficiente para fazer um acompanhamento sistemático dos inúmeros municípios.

2.4 Processos e benefícios da reciclagem de vidro

O vidro é um material com propriedades excepcionais que o tornam indispensável para inúmeras indústrias. A construção civil, a indústria automotiva e o setor de embalagens são grandes consumidores de vidro devido à sua combinação única de durabilidade, resistência e transparência. Além desses usos tradicionais, o vidro desempenha um papel essencial em setores de alta tecnologia, incluindo a medicina, onde é utilizado em equipamentos hospitalares e laboratoriais, a óptica, com aplicações em lentes e sistemas de precisão, e nas telecomunicações, onde é empregado em fibras ópticas, possibilitando a transmissão de dados em alta velocidade e com pouca perda de sinal (Souza-Dal Bó, 2019).

As qualidades intrínsecas do vidro, como isolamento térmico e elétrico, transparência ou translucidez, e sua estabilidade em condições ambientais adversas, contribuem para sua popularidade em aplicações variadas. Por ser um material altamente resistente a fraturas e danos térmicos, o vidro pode suportar temperaturas elevadas e é menos vulnerável ao desgaste em comparação com outros materiais.

Isso se deve à sua composição física e à ausência de porosidade, o que impede a absorção de substâncias externas, tornando-o um material durável e seguro em diversas condições (Hashemi, 2012).

Além de sua utilidade, o vidro também oferece vantagens ambientais. Como material inerte, ele não reage quimicamente com o meio ambiente, o que significa que sua decomposição natural não gera poluentes tóxicos. O vidro é ainda 100% reciclável, podendo ser fundido e remodelado diversas vezes sem perder suas propriedades físicas e estéticas. Isso contribui significativamente para a economia circular, uma vez que a reciclagem do vidro consome menos energia do que a produção de vidro novo a partir de matérias-primas primárias. Essa capacidade de ser infinitamente reciclado, somada a sua durabilidade, faz do vidro uma opção sustentável para diversas aplicações industriais (Cruz, 2009).

Outras qualidades importantes do vidro incluem sua impermeabilidade e sua resistência a produtos químicos, o que o torna adequado para armazenar produtos alimentícios e medicamentos. Sua característica biologicamente inativa significa que ele não libera substâncias prejudiciais ao meio ambiente ou à saúde humana, tornando-o ideal para o contato com alimentos e bebidas. Assim, o vidro não apenas atende aos requisitos estéticos e funcionais de diversos setores, mas também contribui para um ciclo de produção menos agressivo ao meio ambiente e mais seguro para os consumidores e para os ecossistemas.

Os diversos tipos de vidro variam conforme sua composição química, o que influencia diretamente suas propriedades e aplicações industriais. Essa variação na composição permite que a indústria vidreira desenvolva produtos com características específicas, atendendo a diferentes demandas. De maneira geral, os principais tipos de vidro são classificados como sílica-vítrea, vidro soda-cal, vidro ao chumbo, borossilicatos e alumino-boro-silicatos. Cada uma dessas categorias tem composições e propriedades únicas que as tornam adequadas para diferentes usos, como vidros planos, ocos e técnicos (Pinto-Coelho, 2009).

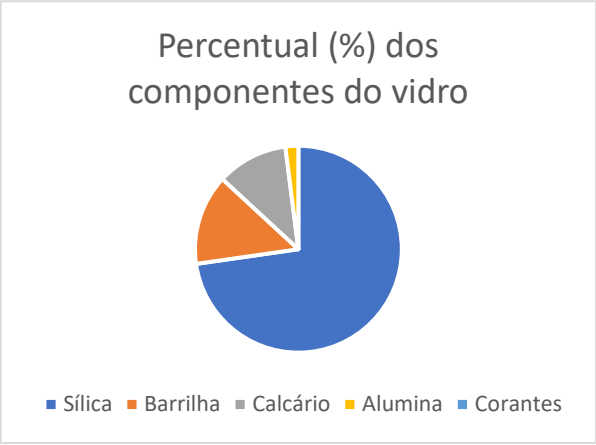
De acordo com Dias (2009), o vidro é produzido pela fusão de dióxido de silício (SiO_2), carbonato de sódio (Na_2CO_3) e carbonato de cálcio ($CaCO_3$) a uma temperatura de aproximadamente 1.500 ºC. Conforme Figura 3, essa mistura inclui:

- Sílica (SiO_2) – 72%: a matéria-prima básica, derivada da areia, com função vitrificante, responsável pela formação da estrutura vítrea;

- Barrilha (Na_2CO_3) – 14%: fonte de óxido de sódio que atua como agente fundente, facilitando a fusão;
- Calcário (CaO) – 11%: fornece estabilidade ao vidro, protegendo-o contra reações com agentes atmosféricos;
- Alumina (Al_2O_3) – 2%: contribui para a resistência mecânica do vidro, aumentando sua durabilidade;
- Corantes – 1%: responsáveis pela coloração do vidro, obtidos através de compostos como selênio (Se), óxido de ferro (Fe_2O_3) e cobalto (Co_3O_4), que permitem alcançar diferentes tonalidades.

A combinação dos elementos que compõem o vidro pode ser exemplificada na figura 3, mas podem ter variações de percentual de cada um dos componentes, dando propriedades específicas que podem ser adaptadas para variadas finalidades industriais e decorativas.

Figura 3 – Composição geral do vidro



Fonte: dados da pesquisa, 2024

As cores mais comuns utilizadas na produção de vidro são: o transparente também chamado branco, o âmbar e o verde. O vidro branco é utilizado em vasilhas ou utensílios (potes, copos, jarras) domésticos, embalagens de alimentos, vidrarias de laboratórios. O vidro âmbar é comum em embalagens de cervejas, medicamentos. O vidro verde é usado em garrafas de bebidas.

Cada tipo de vidro possui uma aplicação predominante na indústria. O vidro soda-cal, por exemplo, é amplamente utilizado em janelas, recipientes e outros

produtos comuns, devido à sua resistência e custo-benefício. Vidros de borossilicato, que contêm boro em sua composição, apresentam maior resistência ao calor e são comumente empregados em utensílios de laboratório e em equipamentos de cozinha. Já os vidros de sílica pura, também conhecidos como sílica-vítrea, oferecem alta transparência e resistência térmica, sendo ideais para aplicações em lentes ópticas e componentes eletrônicos avançados.

Outro exemplo importante é o vidro ao chumbo, frequentemente utilizado em cristais e peças decorativas devido ao seu brilho característico e alta densidade. Este tipo de vidro também é útil em proteção contra radiação, sendo aplicado em hospitais e instalações de pesquisa. Vidros alumino-boro-silicatos são especialmente resistentes a variações térmicas e à corrosão, sendo aplicados em telas de dispositivos eletrônicos, como smartphones e tablets, onde a durabilidade é essencial.

A composição química e os processos de fabricação de cada tipo de vidro são cuidadosamente projetados para maximizar as propriedades desejadas para cada aplicação específica (Souza-Dal Bó, 2019).

De acordo com a Prefeitura de Belo Horizonte, (PBH) os vidros recicláveis são: frascos e potes; garrafas de cerveja, de refrigerante, de água e bebidas em geral; copos; vidros planos e lisos. Os vidros que não podem ser descartados na coleta seletiva são: espelhos; cerâmica; tubos de TV; vidros temperados; lâmpadas de LED e fluorescentes

A reciclagem de vidro traz benefícios ambientais e sociais. Em relação ao benefício ambiental a reciclagem do vidro diminui a necessidade de extração de matérias-primas, principalmente a sílica (areia), diminuindo os impactos ambientais advindos dessa atividade de mineração, que pode ocorrer pelo desmonte hidráulico em cava seca ou por dragagem hidráulica, segundo Nogueira (2016).

A maioria dos impactos da extração de areia são negativos, como por exemplo a retirada da vegetação da margem de cursos d’água para acesso de maquinários, erosão, utilização de dragagem em rios, o que traz inúmeros impactos para a ictiofauna, pode ter contaminação da água com óleo diesel das bombas utilizadas pelas dragas. Pode existir empreendimentos de extração de areia não regulamentados pelo Órgão Ambiental, o que desobriga atender o mínimo de controle ambiental, queimam o lixo próximo, pois não fazem a destinação adequada. Enfim, a reciclagem do vidro diminui a necessidade de extração de matéria prima, eliminando os impactos ambientais provenientes da atividade extrativa.

Segundo Dias (2009) o benefício socioeconômico da reciclagem do vidro é gerar empregos no processo de coleta e separação do material, absorvendo uma mão de obra com pouca qualificação fazendo a inclusão social. Melhor seria se esses trabalhadores se organizassem em Associações o que geraria ganhos ambientais e econômicos.

O vidro tem a possibilidade de ser usado para reciclagem indefinidamente por quantas vezes for possível, com 100% de aproveitamento, ou seja, 1kg de vidro reciclado pode virar 1kg de vidro novamente. Para ser aproveitado a melhor maneira é obter os cacos de vidro, que misturados junto com as matérias primas para fabricação de nova embalagem, funcionará como fundente da mistura. Esse aproveitamento de cacos no processo de produção de vidro, gera economia de energia, tanto elétrica ou gás natural que servem de combustível para a fusão do material no forno.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa caracteriza-se simultaneamente pelas abordagens quantitativa e qualitativa. O cumprimento da maioria dos objetivos propostos será possível mediante análise de variáveis quantitativas, que embora expressas numericamente por meio de diversos indicadores, foram geradas e representam o recorte espacial delimitado por Belo Horizonte.

A pesquisa qualitativa é essencialmente interpretativa e inclui, para tanto, a descrição de um cenário, a análise de dados para identificar temas ou categorias e, por fim, chegar a constatações sobre seu significado a partir da interpretação (Creswell, 2007). O sujeito-observador é parte integrante do processo, interpretando os fenômenos e atribuindo-lhes um significado (Chizzotti, 2006).

Com base nos objetivos e levando em conta ambas as abordagens utilizadas, a pesquisa é exploratória e explicativa. A pesquisa exploratória objetiva, principalmente, aprimorar ideias ou descobrir intuições. Na maioria dos casos, envolvem levantamento bibliográfico e entrevistas. Por consequência, é comum assumir o método de estudo de caso (Gil, 2008). As pesquisas explicativas baseiam-se em dados quantitativos, obtidos por meio de procedimentos laboratoriais, inclusive cartográfico.

Considera-se tratar-se de um estudo de caso, por retratar o cenário característico de Belo Horizonte, representado pela sua população e pelos integrantes da cadeia de reciclagem de vidro.

Para a realização do estudo, métodos e técnicas foram realizadas:

3.1 Pesquisa bibliográfica

Por reunir diversas fontes de informação, para fazer um levantamento sobre o que já foi estudado sobre o tema, foi feita uma conexão ao portal de periódicos CAPES, no dia 03/01/2024, o acesso ocorreu utilizando-se o CAfe, em que a discente possui login e senha propiciado pela PUC Minas. Um dos filtros utilizados na busca do portal CAPES foi por artigos científicos, a escolha se deve ao fato desse tipo de texto ser a comunicação científica, que passou pelo crivo de professores pesquisadores, que o avaliaram, às vezes em dupla, que o selecionaram para ser publicado em um determinado periódico. Além disso, o artigo científico geralmente é

um resumo de uma pesquisa maior, seja um trabalho de conclusão de graduação, uma dissertação ou uma tese.

A primeira estratégia de busca na base de dados foi com a frase “a reciclagem de vidro em Belo Horizonte”, foi utilizado também um filtro para o período de 2013 a 2023, que retornou apenas um artigo (Santana et al, 2022). Assim, foi refeita a pesquisa apenas com a expressão “reciclagem de vidro” que retornou 54 artigos envolvendo o tema referente aos últimos dez anos. Desses 54 artigos científicos, alguns apareciam duas vezes no portal CAPES, foram separados os 30 artigos que haviam sido revisados por pares, foram selecionados aqueles que estavam disponíveis para fazer “download” do arquivo em PDF, que estava em língua portuguesa, no entanto, nenhum periódico específico de Geografia, assim foram escolhidos 10 artigos científicos das áreas de Engenharia e Educação.

Pesquisa bibliográfica e leituras de capítulos de livros ligados à temática ambiental foram feitas ao longo do estudo.

3.2 Pesquisa documental

Em fevereiro de 2022, antes de ingressar no Programa de Pós-graduação em Geografia havia sido feita uma pesquisa no site de uma empresa recicladora, Reciclagem Santa Maria, e tinha a informação de que a mesma realizava a trituração de vidros em BH transformando em cacos, para a reciclagem desse material. Porém, em junho de 2023 ao refazer a busca pelo site ele tinha sido atualizado e a empresa não possui mais nenhuma unidade em BH e a informação sobre o beneficiamento de vidro para a reciclagem foi excluída, uma vez que não trabalham mais com esse serviço.

No ano de 2024 não foi encontrada na fonte pesquisada, Sistema de Licenciamento Ambiental, que possuem as empresas licenciadas no Estado de Minas Gerais a partir de 2020, nos filtros utilizados: município “Belo Horizonte” e Empreendimento “Reciclagem” nenhuma beneficiadora de vidros (limpeza, retirada de rótulos e transformação em cacos) para favorecer o processo de transporte e reciclagem dele até as empresas recicladoras. Os empreendimentos em Belo Horizonte, com nomes de Reciclagem são de metal, plástico, mas nenhum no material vidro, conforme imagem da tela de busca na figura 4.

Figura 4 - Empreendimentos de reciclagem em Belo Horizonte

Solicitação	Processo	Dt. Formalização	CPF/CNPJ	Pessoa Física/Jurídica	Empreendimento	Tipo	Modalidade	Fase	Unidade	Status do Processo
0002264	280/2024	22/02/2024	39.718.698/0001-10	RF RECICLAGEM DE MET ...	RF RECICLAGEM DE MET ...	Nova solicitação	LAS CADASTRO	LP+LI+LO	URA CM	Concluído Deferido
0000897	1216/2023	12/06/2023	39.718.698/0001-10	RF RECICLAGEM DE MET ...	RF RECICLAGEM DE MET ...	Nova solicitação	LAS CADASTRO	LP+LI+LO	URA CM	Concluído Deferido
0001607	293/2023	10/02/2023	11.072.158/0001-93	RECIPLAS - RECICLAGE ...	RECIPLAS - RECICLAGE ...	Nova solicitação	LAS CADASTRO	LP+LI+LO	URA CM	Concluído Deferido
0004652	4956/2021	29/09/2021	38.316.098/0001-63	ROMAGNOLI RECICLAGEM ...	ROMAGNOLI RECICLAGEM ...	Nova solicitação	LAS CADASTRO	LP+LI+LO	URA CM	Concluído Deferido

Fonte: SLA, 2024.

Foi feita uma pesquisa no site da Secretaria de Meio Ambiente da prefeitura de Belo Horizontes para identificar empresas que realizam reciclagem de material e selecionar aquela que trabalha com vidro, no entanto, nenhuma busca selecionou o resultado desejado.

Assim, a proposta inicial de fazer um estudo de caso de uma empresa que realizava a reciclagem de vidro em BH foi alterada para estudar sobre a coleta seletiva do vidro.

Também foi realizada uma pesquisa documental no início da pesquisa em busca de embasamento legal (leis, decretos, deliberações normativas) para descrever como Belo Horizonte está inserida na política de Resíduos Sólidos.

3.3 Organização dos dados e elaboração de gráficos

A segunda etapa do estudo consistiu na coleta e leitura de documentos como planilhas estatísticas da SLU, relatórios, com a finalidade de trabalhar com os dados quantitativos referentes a coleta seletiva no município.

Os dados quantitativos utilizados nesse trabalho foram conseguidos acessando o site prefeitura.pbh.gov.br/SLU, no menu do lado esquerdo “Informações”, existe a aba “Pesquisa” e clicando em “visitas a SLU”, resultando no endereço prefeitura.pbh.gov.br/slu/informações/pesquisas-slu, onde existe um e-mail comunica.slu@pbh.gov.br.

Foi enviada uma mensagem para o e-mail informado no site. A resposta encaminhada direcionou para o setor de gestão da coleta de resíduos sólidos domiciliares, onde na assinatura do e-mail foi conseguido o contato telefônico da servidora.

Foi realizada uma ligação telefônica, no dia 02/10/2023, para a servidora da SLU que forneceu a possibilidade de conseguir os dados sobre a coleta seletiva de Belo Horizonte em termos quantitativos. A servidora da SLU enviou por e-mail as informações em planilhas de Excel.

As planilhas com os dados sobre a coleta seletiva realizadas em Belo Horizonte em 2016 e 2017 foram organizadas para cada mês do ano, nas colunas contendo os seguintes dados: tipos de material, Origem e quantidades recebidas: catadores, doações, SLU LEVs, Contratada LEVs, contratada porta a porta, contratada COOPESOL Leste porta a porta.

Nos dados de 2018 e 2019 havia uma planilha para cada mês contendo as seguintes informações nas linhas: Associações e Cooperativas e nas colunas: tipos de materiais, SLU LEVs, SLU porta a porta e contratada COOPESOL Leste porta a porta.

Nos dados de 2020 as informações das planilhas foram mais detalhadas, nas linhas a destinação para Associações e Cooperativas, nas colunas: tipos de materiais, coleta SLU LEVs contentores antigos, coleta SLU ponto verde automatizado, coleta porta a porta realizada pelas Associações e Cooperativas contratadas. Foi incluída uma planilha com os totais de cada Associação e Cooperativa e apareceu um novo dado referente a participação do Aterro Sanitário CTR Macaúbas com o sistema de coleta seletiva, mas sem especificar qual material.

Os dados de 2021 foram organizados em planilhas mensais, contendo nas linhas a modalidade da coleta: aterro Macaúbas, ponto a ponto (LEVs e ponto verde), porta a porta; nas colunas a destinação pra as Associações e Cooperativas. Nessas planilhas constavam a informação de vidro coletado pelo Aterro Macaúbas e destinado a ASMARE.

Diante dessa informação da contribuição do CTR Macaúbas foi feito contato via ligação telefônica na tentativa de realizar uma visita no dia 29/10/2024 e conhecer a área de triagem do aterro e observar como ocorre a separação do vidro, no entanto,

a responsável por receber estudantes estava viajando nessa data, inviabilizando a visita.

Com o objetivo de unificar as informações foram criados os quadros 2 a 7 (ver páginas 82 a 92) a partir dos dados das planilhas fornecidas por e-mail por uma servidora da SLU. Com os dados organizados nos quadros 2 a 7 foram criados gráficos de colunas e de linhas com a finalidade de possibilitar uma melhor leitura e análise dos dados sobre a coleta seletiva em Belo Horizonte no período entre 2016 a 2021.

No site do IBGE tentou-se localizar os dados sobre renda média das regionais Administrativas de Belo Horizonte para atualizar os dados utilizados no quadro 1, mas não havia essa informação com esse recorte, como feito pela PBH.

3.4 Conversa com as Associações e Cooperativas

Através de consulta ao site da SLU foram anotados os e-mails e os contatos telefônicos das seis Associações e Cooperativas que recebem os materiais recicláveis da coleta seletiva do município de Belo Horizonte. Em outubro de 2023 foram enviados e-mail para todas elas: ASMARE, ASSOCIRECICLE, COOPEMAR, COOPESOL LESTE, COOPEMARP Pampulha, COOPERSOLI Barreiro pedindo informação se elas recebiam especificamente o material vidro, apenas a ASMARE e a COOPEMAR responderam ao e-mail, a primeira pedindo para entrar em contato via telefone e a segunda informou que recebia o vidro, porém, se a doação fosse entregue, pois estavam sem caminhão e sem ajudante.

Em fevereiro de 2024 foi realizado o contato via telefonema para as Associações, a ASMARE, unidade do bairro Prado, atendeu e respondeu que recebe doações de vidro, no entanto, os associados não o buscam, explicou que o vidro demora a ser vendido porque seu valor é muito baixo R$0,20 a tonelada, assim, se faz necessário juntar bastante para solicitar que a empresa compradora, mas não especificou qual, busque o material em seu galpão e leve para o Estado de São Paulo.

A ASSOCIRECICLE informou que recebe o vidro, no entanto, não quis informar para onde o mesmo é vendido.

A COOPERSOL LESTE, atendeu ao telefonema, informou que recebem vidro e o mesmo é vendido para empresa Massfix, que possui um galpão em Contagem-MG e que a empresa posteriormente envia para a sua área operacional no Estado de

São Paulo, e que antes de 2016 o vidro era vendido para empresa que foi comprada pela Massfix.

A COOMARP Pampulha, unidade II, atendeu ao telefonema e explicou que recebem vidros e recolhem com caminhão na coleta seletiva porta a porta, disse que os vende para Estado de São Paulo, mas não soube especificar para qual empresa.

Em 09/02/2024 a COOPEMAR e a COOPERSOLI Barreiro não atenderam ao telefonema.

Baseado na informação dada pela Associação COOPERSOL LESTE, foi encaminhado um e-mail para a empresa Massfix, localizada no município de Mogi das Cruzes-SP, pedindo informações de quais Associações de BH eles compram o vidro, no entanto, eles não responderam.

Uma série de esforços foram empreendidos na obtenção dos dados, no entanto, algumas dificuldades foram encontradas na interface com as empresas e Associações, principalmente quanto a possibilidade de visita nas datas disponíveis. Essas limitações trouxeram impactos na proposta de pesquisa, que teve que ser adaptada. A intenção inicial seria visitar as Associações, as Cooperativas, o Aterro Sanitário CTR Macaúbas e a unidade coletadora de vidro, da Massfix, em Contagem.

3.5 Espacialização e georreferenciamento

Uma pesquisa foi realizada no site da prefeitura e da SLU, para obtenção de endereços dos atores envolvidos com a reciclagem do município. Foi realizada uma geocodificação a partir dos endereços. A representação cartográfica foi utilizada para representar espacialmente a coleta seletiva no município de Belo Horizonte.

Para representar espacialmente os elementos da pesquisa, como os pontos verdes, as Associações e cooperativas, as escolas municipais que participam da coleta seletiva, foram elaborados os mapas temáticos com: coleta de dados, compilação das informações, entrada de dados em *softwares* de processamento de Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Os mapas temáticos foram elaborados para ajudar a compreender espacialmente o acesso a coleta seletiva no município de Belo Horizonte. A ferramenta utilizada para o georreferenciamento dos endereços das unidades foi a aplicação *My Maps*, subsidiária da *Google*, enquanto o *template* do mapa foi

organizado no software *Arcgis*, na versão 10.4, os quais permitiram o geoprocessamento dos dados.

3.6 Seleção e descrição dos instrumentos e técnicas de coleta de dados

Foram utilizados diversos métodos para garantir a amplitude e a precisão dos dados coletados sobre a coleta seletiva de vidro em Belo Horizonte. Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica e documental extensa, visando compilar informações prévias sobre o tema e situar o estudo no contexto das políticas de resíduos sólidos e sustentabilidade urbana. Dados secundários foram obtidos através de planilhas mensais e anuais da Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), que forneceram detalhes sobre o volume de vidro coletado, as modalidades de coleta, como porta a porta e pontos verdes, e a distribuição geográfica das atividades das associações e cooperativas envolvidas. Além disso, contatos diretos com representantes das cooperativas e associações atuantes na coleta de vidro permitiram complementar e verificar informações sobre as operações de coleta e os desafios enfrentados. Esses dados foram processados utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIG), o que possibilitou uma visualização espacial da distribuição dos pontos de coleta e das associações.

3.7 Procedimentos para análise e interpretação dos dados

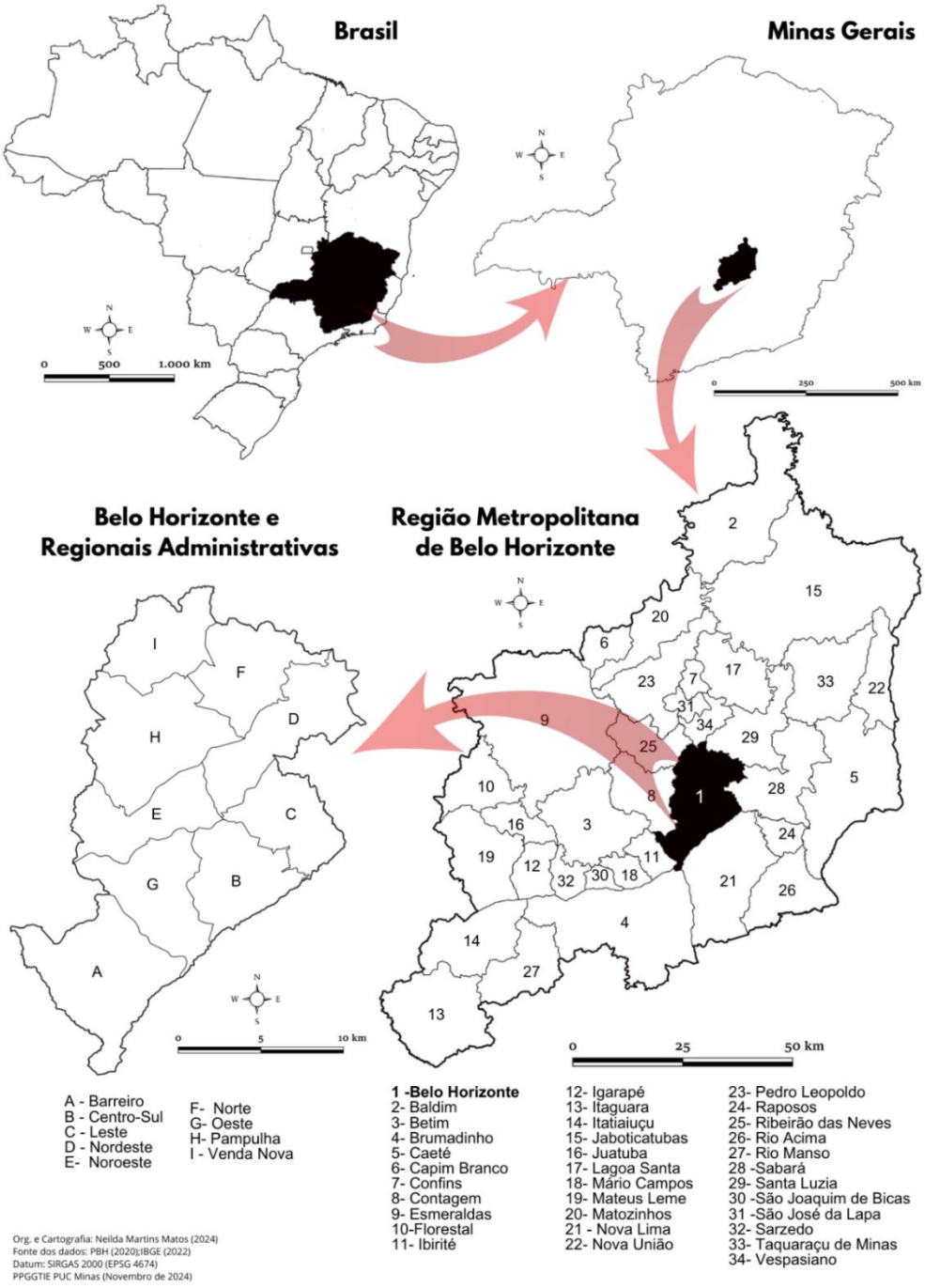
Adotou-se uma abordagem mista, combinando análise quantitativa e qualitativa. Os dados quantitativos foram organizados em gráficos e tabelas, facilitando a identificação de tendências e variações ao longo dos anos. Essa etapa incluiu a análise das quantidades coletadas mensal e anualmente, observando oscilações associadas a fatores externos, como problemas operacionais e a pandemia de COVID-19. Paralelamente, a análise qualitativa focou na interpretação dos desafios e das contribuições das associações, considerando aspectos socioeconômicos e operacionais. As representações cartográficas geradas com SIG permitiram uma análise espacial, revelando as desigualdades na distribuição dos pontos de coleta e das atividades das cooperativas, destacando áreas de Belo Horizonte com maiores e menores taxas de coleta. Este conjunto de técnicas analíticas possibilitou uma

interpretação abrangente, integrando variáveis espaciais, quantitativas e qualitativas no estudo da coleta seletiva de vidro na cidade.

4 CONTEXTO DE BELO HORIZONTE

O presente estudo tem o município de Belo Horizonte como recorte espacial e sua localização pode ser observada no Mapa 1.

Mapa 1- Localização de Belo Horizonte



Fonte: dados da pesquisa, 2024

A trajetória histórica de Belo Horizonte, desde seus primórdios como Curral Del Rey até sua concretização como capital planejada de Minas Gerais, é uma narrativa marcada por transformações políticas, sociais e urbanas. A cidade emergiu como um testemunho tangível da busca pela modernidade e progresso, encapsulando uma história rica e diversificada.

A cidade é um marco de planejamento urbano do final do século XIX. Sua transformação de Ouro Preto para Belo Horizonte reflete motivações políticas e influências europeias, como destacada por Maria Lúcia Bressan Pinheiro (1995) em "Belo Horizonte: Uma História de Modernidade". A transição foi marcada pela mudança de identidade cultural, como explorada também por outros autores, que destacam como aspectos culturais e políticos moldaram a cidade.

Em seus primeiros anos como Curral Del Rey, o local já exibia uma importância estratégica, ligada à atividade mineradora e ao fluxo de pessoas em busca de riquezas. Contudo, foi com a escolha de se estabelecer a capital de Minas Gerais nesse ponto que os rumores da cidade começaram a se redefinir de maneira notável. Tal decisão foi resultado de uma combinação complexa de fatores, incluindo a centralização do poder político e administrativo, que buscava romper com a dominação econômica e política da elite mineira em Ouro Preto.

A transformação de Curral Del Rey em Belo Horizonte foi o resultado de um projeto ambicioso de planejamento urbano liderado pelo engenheiro Aarão Reis. Esse projeto, concebido em um contexto de efervescência cultural e intelectual, refletiu as influências do pensamento urbanístico europeu e das aspirações brasileiras pela modernização. O traçado urbano em grau, com avenidas largas e praças estrategicamente posicionadas, demonstrou uma abordagem vanguardista para a época, materializando a visão de uma cidade ordenada e funcional.

No entanto, a construção de Belo Horizonte não se limitou a uma mera reconfiguração física do espaço. Ela refletiu uma mudança na própria percepção do espaço urbano, passando de um aglomerado histórico enraizado em Ouro Preto para uma nova entidade que expressava o anseio de uma nação em busca de modernidade e progresso. A migração de capital veio acompanhada de esforços para sedimentar uma nova identidade e promover o crescimento econômico, fazendo com que Belo

Horizonte não fosse apenas um centro administrativo, mas um polo de oportunidades e inovação.

A história de Belo Horizonte, portanto, é um relato de reconfiguração e reinvenção, de uma cidade que emergiu das raízes históricas de Curral Del Rey para se tornar uma capital pensada e planejada, impulsionada pela ambição de transformar o estado e o país. As etapas que abarcam sua criação são um reflexo das mudanças sociais, políticas e culturais que caracterizaram o Brasil no final do século XIX e início do século XX. A cidade, que hoje testemunha o fluxo constante de vida urbana e diversidade, continua a ser uma testemunha viva do passado que a moldou.

O papel dos engenheiros e urbanistas, incluindo Aarão Reis, é evidenciado em "Belo Horizonte: A Construção da Cidade Moderna", de Jane Victal Senise (2011). Os primeiros relatos sobre a cidade de Belo Horizonte frequentemente destacam sua beleza meticulosamente planejada e a sensação de tranquilidade que permeia suas ruas amplas e praças bem-dispostas. A criação da capital mineira não apenas incorporou princípios urbanísticos europeus, mas também trouxe um ambiente que transmite calma e uma estética cuidadosamente construída.

Diante desse contexto, as palavras de um observador atento ecoam com clareza: “A cidade é realmente um primor, de limpeza, de formosura e de placidez. Guardas urbaníssimos e múltiplos para um trânsito relativamente pequeno. Que paz, que tranquilidade, que sossego. Lembra Belo Horizonte. Um Belo Horizonte que se juntasse a Ouro Preto". Essa descrição evoca não apenas a imagem física da cidade, mas também a atmosfera de serenidade que a permeia, lembrando-nos das semelhanças com o planejamento e a atmosfera de Belo Horizonte, assim como a aura histórica de Ouro Preto.

> A cidade está realmente um primor, de limpeza, de formosura e de placidez. ... O trânsito livre, nas ruas mais ou menos vazias. Poucos sinais de atividade e de trabalho de dia. Muitos sinais de repouso, de conversa, de farniente à noite. Os cafés regurgitantes. As calçadas cheias de passeantes. Vitrines iluminadas. Grandes cinemas em construção e em funcionamento. Guardas urbaníssimos e múltiplos para um trânsito relativamente pequeno. Que paz, que tranquilidade, que sossego. Lembra Belo Horizonte. Um Belo Horizonte que se juntasse a Ouro Prêto.[2]

2 Discurso proferido pelo Governador Bias Fortes por ocasião do 60º aniversário da cidade (https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:rede.virtual.bibliotecas:livro:1959;000113040).

O planejamento geométrico das avenidas, a distribuição de áreas residenciais e comerciais, bem como a importância das praças como elementos de integração social, foram fundamentais, conforme pensado por Fernando Antônio Baptista Pereira em "Belo Horizonte: Cidade Planejada" de 2003.

Embora tenha evoluído ao longo dos anos, a cidade ainda exibe características de sua origem planejada. A história da criação e estruturação urbana de Belo Horizonte ilustra a complexidade do planejamento e as influências que moldaram não apenas a sua paisagem física, mas também a sua identidade cultural e social, tornando-a um exemplo marcante de desenvolvimento urbano planejado.

Carlos Antônio Leite Brandão (2004), em sua obra "Belo Horizonte: Território e Representação", oferece uma análise profunda da cidade, explorando sua relação intrínseca com o território e sua representação simbólica. Ao longo do livro, examinam-se como os aspectos culturais, sociais e políticos moldaram a identidade da cidade, transformando-a em mais do que apenas um espaço físico, mas um local repleto de significado e expressão. Através dessa perspectiva, Brandão revela como as representações culturais e territoriais se entrelaçam, influenciando a forma como Belo Horizonte é percebida tanto por seus habitantes quanto por aqueles que a visitam.

Nesse contexto, desvela-se uma interação dinâmica entre o espaço geográfico e as narrativas culturais que o permeiam. Através da análise minuciosa, é possível notar como os aspectos sociais e políticos moldaram a construção da identidade da cidade, evidenciando como as representações simbólicas e territoriais se entrelaçaram intrinsecamente. A noção de território, conforme abordada por Brandão, transcende a mera delimitação geográfica, adentrando o domínio das percepções e das significações atribuídas por diversos atores sociais.

No mesmo contexto discute-se a maneira como a configuração do território foi planejada e inventada, lançando luz sobre a relação entre o planejamento urbano e a formação de uma identidade urbana única. A análise não se restringe à mera disposição física das ruas e edifícios, mas busca compreender como a organização territorial contribuiu para a construção de uma atmosfera que transcende o espaço tangível.

Nos primeiros momentos de sua fundação como a nova capital do estado, Belo Horizonte foi palco de um cenário de transformações significativas tanto em sua estrutura demográfica quanto em sua economia. Uma população emergente refletiu a

migração de diversos estratos sociais, atraída pela promessa de uma cidade planejada e em crescimento, enquanto a economia iniciava uma trilhar uma trajetória inovadora, impulsionada pelo ímpeto modernizador do período.

A população que surgiu em sua consolidação consistiu em um mosaico diversificado de migrantes, englobando desde profissionais urbanos, funcionários públicos e membros da elite até trabalhadores braçais e imigrantes vindos de regiões rurais. A expansão do ideal modernizador e das oportunidades decorrentes da infraestrutura urbana atrai indivíduos de diferentes origens e ocupações, contribuindo para uma urbanização acelerada. O crescimento populacional também foi influenciado por um influxo de trabalhadores que participaram das obras de construção da cidade, conferindo-lhe um caráter diversificado e multifacetado.

Quanto à economia, os primeiros anos de Belo Horizonte revelaram a influência das atividades ligadas à administração pública e à prestação de serviços. A presença de um novo aparelho governamental e de funcionários públicos destacou-se como um dos principais pilares econômicos da cidade nascente. Além disso, a concentração de serviços associados ao comércio, educação e saúde também se mostrou relevante, refletindo a necessidade de suprir as demandas de um capital emergente. Paralelamente, setores como a construção civil e a atividade comercial experimentaram um impulso, em consonância com as demandas de expansão urbana e crescimento populacional (Delgado, 2000).

Pode-se ressaltar, os primeiros anos de Belo Horizonte como a nova capital de Minas Gerais testemunharam a convergência de uma população diversificada, atraída pela visão modernizadora e oportunidades oferecidas pela cidade planejada. A economia, por sua vez, refletiu o protagonismo da administração pública, dos serviços e do comércio como motores econômicos iniciais. Esse período inaugurou uma trajetória de transformações que moldaram a identidade demográfica e econômica da cidade, lançando-se como bases para seu desenvolvimento futuro.

O crescimento demográfico e a dinâmica econômica dos primeiros anos de Belo Horizonte também foram influenciados pela interação entre o público e o privado, que juntos pavimentaram o caminho para a consolidação da nova capital. O desempenho do setor público teve um papel crucial na geração de empregos e na atração de migrantes, uma vez que a administração governamental exigia uma série de serviços, desde a construção de edifícios públicos até a operação de instituições

estatais. Isso se traduziu em oportunidades de emprego para uma gama diversificada de profissionais, desde engenheiros e arquitetos até funcionários administrativos.

Essa conjuntura econômica inicial foi marcada por um ambiente de otimismo e aspirações de modernidade. À medida que os serviços públicos e as infraestruturas eram essenciais, Belo Horizonte começou a atrair não apenas populações locais, mas também indivíduos de outras regiões do Brasil e até mesmo do exterior (Chor, 1996). Essa migração traz consigo uma rica diversidade de culturas, conhecimentos e habilidades, enriquecendo a paisagem urbana e contribuindo para a formação de uma cidade vibrante e dinâmica.

No contexto atual, Belo Horizonte, se destaca pela complexidade e diversidade de sua população, economia e desafios ambientais. Esses elementos formam um panorama rico e multifacetado que merece análises interdisciplinares para compreensão adequada.

A população da capital mineira é caracterizada por sua diversidade étnica e cultural. A cidade abriga uma grande variedade de grupos étnicos e culturais, resultado de décadas de migração interna e internacional. A capital do estado é conhecida por sua hospitalidade e pluralidade, com bairros que refletem essa diversidade, criando uma atmosfera única e acolhedora. Essa população distribuída também contribui para a vitalidade intelectual e artística da cidade, com uma cena cultural vibrante e eventos que celebram a riqueza da diversidade. A cidade abriga uma cena cultural vibrante, com teatros, museus e eventos culturais que promovem a expressão artística e a preservação do patrimônio histórico e cultural da região. Esses espaços afastados para a identidade cultural ampliada da cidade (Vilaça, 1998; Andrade, 2009; Costa, 2009).

Em relação à economia, Belo Horizonte passou por algumas transições mudando de uma estrutura tradicionalmente voltada para a indústria para uma outra mais diversificada, que inclui setores como serviços, tecnologia da informação, saúde e educação. A cidade abriga várias instituições de ensino superior, hospitais de renome e empresas de tecnologia em crescimento, o que impulsionam a geração de empregos e a inovação. No entanto, os desafios econômicos, como o desemprego e a desigualdade de renda, também são distribuídos em algumas partes da cidade, destacando a necessidade de políticas públicas para promover o desenvolvimento econômico inclusivo (Nahas, 2002).

Ainda referente ao aspecto social, Belo Horizonte tem adotado políticas públicas externas para a inclusão social e a melhoria da qualidade de vida de seus habitantes. Programas de assistência social, educação pública de qualidade e promoção da igualdade de gênero e diversidade têm sido prioridades na gestão municipal nos últimos anos (Nahas, 2002).

Quanto ao meio ambiente, Belo Horizonte enfrenta desafios comuns a muitas cidades urbanas, como poluição do ar, gestão do tráfego e gestão sustentável dos recursos naturais. Nos últimos anos, foram adotadas iniciativas para melhorar a mobilidade urbana, aumentar as áreas verdes e promover práticas sustentáveis, como a coleta seletiva de resíduos. A cidade também está situada em uma região cercada por serras e cursos d'água, o que ressalta a importância da preservação ambiental e da gestão dos recursos hídricos.

Em relação ao meio ambiente, os esforços para a redução da poluição e a preservação de áreas verdes continuam sendo uma pauta importante. Belo Horizonte tem buscado se tornar mais sustentável, incentivando a mobilidade urbana por meio de sistemas de transporte público eficientes e promovendo a conscientização sobre a importância da coleta seletiva e da redução do consumo de recursos naturais.

Contudo, como muitas metrópoles, a cidade enfrenta desafios complexos, como a expansão urbana desordenada, a necessidade de melhorias na infraestrutura de transporte e na gestão eficaz dos resíduos urbanos. O equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, a justiça social e a proteção ambiental continuam a ser um desafio constante para Belo Horizonte no contexto contemporâneo.

No contexto do mundo contemporâneo, Belo Horizonte, como muitas outras grandes cidades, enfrenta uma série de desafios socioambientais complexos que refletem a dinâmica das áreas urbanas modernas. Esses desafios, interligados e multifacetados, bloqueiam abordagens inovadoras para garantir um desenvolvimento sustentável e uma melhor qualidade de vida para seus habitantes.

Um dos principais desafios socioambientais que Belo Horizonte enfrenta é o crescimento urbano. A expansão não planejada da cidade resultou em uma série de problemas, como o congestionamento do tráfego, a manipulação ambiental e a pressão sobre os recursos naturais. A necessidade de acomodar uma população crescente enquanto se preserva o ambiente natural é uma tarefa complexa (Diniz, Veras, 2019).

A qualidade do ar e a poluição são preocupações importantes. O aumento da frota de veículos e a dependência do transporte individual têm contribuído para níveis de poluição do ar prejudiciais à saúde. A busca por soluções de mobilidade sustentável e a promoção do transporte público eficiente são aspectos críticos na mitigação desse problema.

A preservação das áreas verdes e a expansão dos espaços públicos são desafios socioambientais ligados à qualidade de vida dos habitantes. Belo Horizonte tem investido na criação e manutenção de parques e áreas de lazer, mas a conservação de espaços naturais em meio à urbanização é um desafio constante.

Além disso, a cidade enfrenta questões sociais, como a desigualdade de renda e o acesso limitado a serviços básicos em algumas regiões. A promoção da inclusão social e o combate à segregação urbana são prioridades para as autoridades municipais.

Outro desafio socioambiental de destaque em Belo Horizonte é a gestão da água. A cidade enfrenta períodos de escassez hídrica e enchentes devido às mudanças climáticas e ao aumento da urbanização. É crucial implementar estratégias de conservação da água, como a captação de água da chuva e a preservação de áreas de recarga de aquíferos, para garantir o abastecimento adequado e mitigar os impactos das enchentes.

A questão da habitação também é uma preocupação socioambiental importante. A rápida urbanização resulta muitas vezes na ocupação irregular de terrenos e na construção de moradias em áreas de risco, como encostas íngremes. Isso coloca os habitantes em situação de vulnerabilidade e aumenta o risco de desastres naturais. Promover o acesso a moradias dignas e seguras é fundamental para melhorar as condições de vida e reduzir os impactos ambientais negativos (Costa; Mendonça, 2010).

5 PERFIL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS EM BELO HORIZONTE, COM FOCO NO VIDRO

Belo Horizonte, inaugurada como a primeira cidade planejada do Brasil, teve seu projeto urbano iniciado em 14 de fevereiro de 1894 sob a liderança do engenheiro Aarão Leal de Carvalho Reis, e foi oficialmente fundada em 12 de dezembro de 1897. Concebida para acomodar uma população de até duzentos mil habitantes, a cidade incorporou desde o início princípios de higiene e salubridade como elementos fundamentais do planejamento urbano, refletindo o desejo de replicar padrões de urbanização inspirados nas cidades europeias. Esses padrões destacavam a importância do saneamento e controle sanitário para prevenir pragas e doenças, o que levou a Belo Horizonte a ser pioneira na regulamentação da gestão de resíduos, com decretos sobre coleta já datados de 1900 (Belo Horizonte, 2000).

Nas primeiras décadas do século XX, a rápida expansão populacional impôs novos desafios à gestão de resíduos da jovem capital mineira. Em 1902, o aumento da população já criava uma demanda crescente por serviços de coleta e limpeza urbana. A partir de 1905, a área central começou a receber maior atenção, enquanto as regiões periféricas eram atendidas apenas quando não havia demandas prioritárias de infraestrutura na área central, o que gerava insatisfação com as condições de limpeza nessas áreas mais distantes (Belo Horizonte, 2000).

O ano de 1907 marcou a introdução do primeiro projeto de incineração de resíduos em Belo Horizonte. Sete anos depois, o forno de incineração tornou-se realidade, evidenciando uma preocupação crescente com a ligação entre resíduos e saúde pública, especialmente na prevenção de doenças. Durante esse período, a cidade enfrentava desafios como a epidemia de febre espanhola, em 1918, e frequentes inundações do ribeirão Arrudas, que estava sendo canalizado para a construção de avenidas. Como medida preventiva e para otimizar os serviços sanitários, a coleta de resíduos foi terceirizada e passou a contar com a incineração dos resíduos em fornos municipais.

Em 1923, o serviço de coleta foi modernizado na área central, substituindo carroças por veículos motorizados. Em 1928, o tratamento dos resíduos foi transferido para fora da Avenida do Contorno, melhorando o paisagismo e reduzindo os impactos na região central planejada da cidade. No entanto, as melhorias na pavimentação e

infraestrutura de coleta não foram estendidas às áreas suburbanas, que cresciam sem planejamento adequado.

A modernização prosseguiu em 1929, com a troca de tração animal por veículos automotores para o transporte dos resíduos (Figura 5). Em 1930, a gestão da limpeza pública foi municipalizada com a criação da Subdiretoria de Limpeza, que assumiu a responsabilidade pela coleta e destinação dos resíduos. Nesse período, a incineração foi abandonada em favor da compostagem, e os resíduos fermentados eram utilizados como adubo nas áreas agrícolas próximas à cidade.

Figura 5- Caminhões utilizados na coleta 1929

Fonte: Belo Horizonte, 2000.

Neste mesmo ano, Belo Horizonte implementou a tecnologia de compostagem com 100 câmaras de fermentação "Beccari"[3], localizadas em áreas então rurais, hoje pertencentes aos bairros Gameleira, Horto e Baleia. (Figura 6)

[3] O sistema “Beccari” é um método fechado de compostagem que utiliza dois tipos de bactérias para a decomposição da matéria orgânica. No início, bactérias anaeróbicas, que operam sem contato com oxigênio, realizam a fermentação da matéria em ambiente fechado. Em uma segunda fase, o processo passa a contar com a presença de ar, permitindo que bactérias aeróbias, que dependem de oxigênio, completem a decomposição. Desenvolvido pelo italiano Giovanni Beccari em 1922, esse processo se destaca por seu uso de um sistema de compostagem biológica com fases distintas de atuação bacteriana.

Figura 6 - Câmaras de fermentação Beccari

Fonte: Belo Horizonte, 2000.

Figura 7- Detalhe das Câmaras de fermentação Beccari

Fonte: Belo Horizonte, 2000

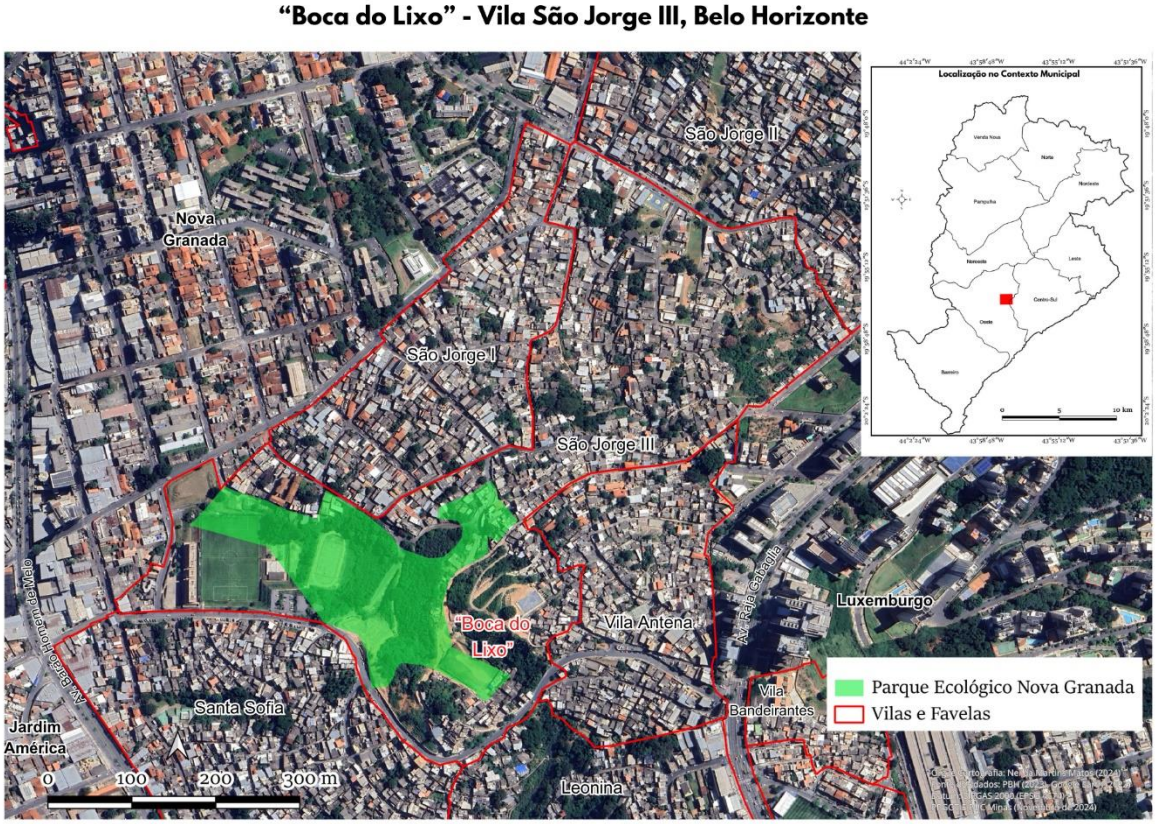
Esse sistema visava não só a melhoria no descarte dos resíduos, mas também a produção de matéria orgânica para a agricultura local. Contudo, ao final da década, limitações políticas e orçamentárias, somadas ao crescimento populacional acelerado, tornaram os serviços de coleta insuficientes para a cidade, que já superava o limite planejado de 200 mil habitantes (Belo Horizonte, 2000).

Em 1951, foi criado o Departamento de Limpeza, responsável pela limpeza urbana, coleta domiciliar, e remoção de detritos de vias públicas. O sistema de compostagem serviu a cidade até os anos 1960, quando foi desativado. Em resposta ao adensamento populacional, novos distritos de coleta foram estabelecidos em 1966, ampliando o serviço para bairros como Bairro das Indústrias, Salgado Filho, Dom Cabral, São Paulo, Minas-Brasil, Pampulha e Venda Nova, refletindo as novas demandas da capital em expansão.

Investimentos significativos no serviço de limpeza urbana de Belo Horizonte só voltaram a ser realizados entre 1967 e 1971, período em que novos equipamentos foram adquiridos para coleta e transporte de resíduos. No entanto, entre 1967 e 1971, a prática de descarte a céu aberto continuou ocorrendo no chamado “Vazadouro do Morro das Pedras”, popularmente conhecido como “Boca do Lixo” (Belo Horizonte, 2000), localização conforme Mapa 2.

No final da década de 1960, o sistema de celas “Beccari” foi desativado, levando ao aumento do descarte a céu aberto no Morro das Pedras, localizado entre as atuais avenidas Raja Gabaglia e Barão Homem de Melo. O documentário *Aterro, Landfill, Vertedero*, dirigido por Marcelo Reis em 2011, destaca a atuação das catadoras que sobreviviam do recolhimento de materiais recicláveis, como papelão, borracha, plástico e metais. Essas catadoras, consideradas pioneiras na reciclagem, contribuíam para o fornecimento de matéria-prima reciclável às indústrias, que já na época buscavam reduzir custos com insumos. Parte da área do antigo vazadouro foi transformada posteriormente no “Parque Ecológico Nova Granada”, criado pela Lei Municipal nº 7.550/1998, que protege a área e limita seu uso devido ao risco ambiental.

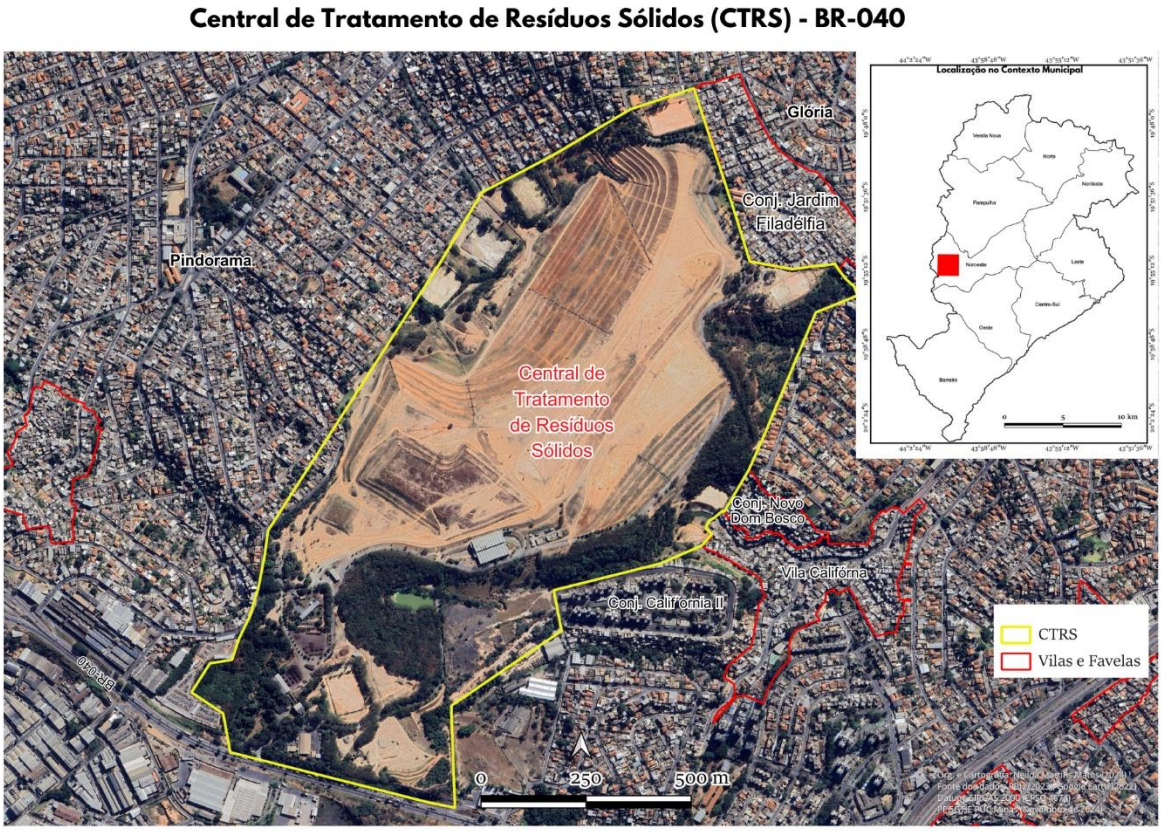
Mapa 2 –Vazadouro do Morro das Pedras



Fonte: dados da pesquisa, 2024

Em 1973, após uma série de trágicos acidentes que resultaram na morte de 19 pessoas, a Lei Municipal nº 2.220/73 determinou a criação da Superintendência de Limpeza Urbana (SLU), com a função de coordenar, planejar, executar e supervisionar os serviços de limpeza pública em Belo Horizonte. Dois anos depois, em 1975, a SLU inaugurou a primeira Central de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTRS) da cidade, localizada no bairro Jardim Filadélfia, ao longo da BR-040, na região Noroeste da capital (Mapa 03). A CTRS foi projetada para garantir o descarte ambientalmente seguro dos resíduos sólidos e abrigava uma série de unidades: uma Central de Aproveitamento Energético do Biogás, uma Estação de Reciclagem de Entulho, uma Unidade de Compostagem, uma Unidade de Recebimento de Pneus e uma Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes.

Mapa 3- Aterro Sanitário Califórnia



Fonte: dados da pesquisa, 2024

A Lei nº 2.968, aprovada em 1978, introduziu um regulamento específico para a limpeza urbana, e em 1981 foi implementada a coleta de resíduos hospitalares, adaptando o sistema às necessidades emergentes de saúde pública.

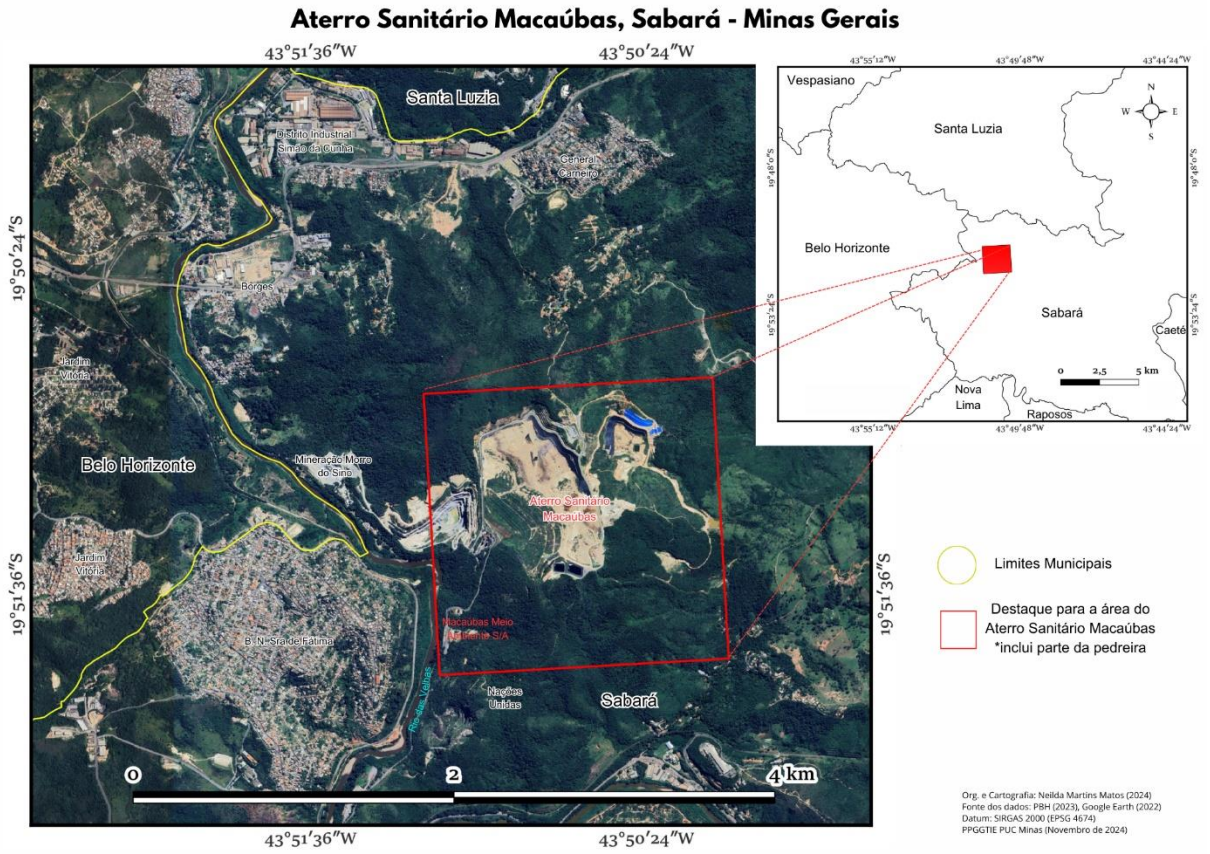
Os projetos educativos da SLU em escolas começaram em 1983, buscando a conscientização e envolvimento da comunidade. Nesse mesmo ano, estudos foram realizados para melhorar a qualidade do composto orgânico produzido. Em 1986, o Decreto nº 5.560, assinado pelo prefeito Sérgio Ferrara, estabeleceu normas para o descarte de resíduos da construção civil. Em 1987, a coleta de lixo foi ampliada para a região Norte de Belo Horizonte, e em 1990, a coleta seletiva foi institucionalizada pela Lei Orgânica do Município, incentivando a formação de cooperativas de trabalhadores e criando a Associação dos Catadores de Papel, que fortaleceu o setor social na gestão de resíduos.

Em 1996, a SLU expandiu a cobertura da coleta de resíduos para 90% das vilas e favelas, utilizando carrinhos de mão e veículos adaptados para alcançar áreas de difícil acesso. Até o ano 2000, a SLU continuou buscando formas de aprimorar o

serviço de limpeza pública em toda a cidade, adaptando-se ao crescimento urbano e às demandas da população.

Em dezembro de 2007, com o esgotamento da capacidade do aterro da CTRS, Belo Horizonte passou a direcionar seus resíduos para o aterro sanitário licenciado da Central de Tratamentos de Resíduos Macaúbas, localizado em Sabará, na Região Metropolitana de Belo Horizonte (Mapa 4).

Mapa 4 - Localização do Aterro Sanitário Macaúbas



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

O aterro sanitário Macaúbas recebe resíduos sólidos classificados como classes II-A e II-B, de acordo com a legislação ambiental e as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os resíduos da classe II-A, oriundos principalmente de atividades domésticas, são considerados não inertes. Esses resíduos podem apresentar características como combustibilidade, biodegradabilidade e solubilidade, o que implica um certo potencial de risco para a saúde pública e o meio ambiente devido à sua capacidade de decomposição e

produção de gases. Por essa razão, sua gestão exige cuidados específicos para minimizar esses impactos (SLU, 2022).

Os resíduos da classe II-B, por sua vez, são inertes e constituem principalmente resíduos da construção civil, como restos de tijolos, blocos de concreto e outros materiais similares. Por serem inertes, esses resíduos não apresentam risco significativo de poluição ao solo, água ou ar, já que não reagem com outros materiais e não produzem substâncias tóxicas no ambiente. A segregação dos resíduos em classes II-A e II-B permite que o aterro implemente técnicas de disposição específicas, garantindo que os materiais sejam tratados de maneira adequada e segura, reduzindo os impactos ambientais.

Além da disposição adequada, o aterro de Macaúbas conta com tecnologias de controle ambiental, como sistemas de impermeabilização e drenagem de chorume, além de mecanismos de captação e aproveitamento do biogás gerado pela decomposição dos resíduos orgânicos, que pode ser utilizado como fonte de energia. Essas práticas atendem aos requisitos ambientais e ajudam a minimizar os impactos negativos associados ao acúmulo de resíduos, promovendo uma gestão sustentável e alinhada às diretrizes da PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2010).

Em Belo Horizonte, aproximadamente 2.800 toneladas de resíduos sólidos são geradas diariamente, o que equivale a cerca de 400 caminhões de lixo com capacidade de sete toneladas cada. Esses resíduos se dividem principalmente em duas categorias: 2.100 toneladas de resíduos sólidos urbanos, que incluem resíduos domiciliares e públicos, e 700 toneladas de resíduos da construção civil e volumosos, sendo este último valor influenciado também por deposições clandestinas.

Diariamente, a coleta dos resíduos sólidos urbanos resulta em cerca de 1.900 toneladas de lixo domiciliar, 320 toneladas provenientes das Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPVs), 380 toneladas de depósitos clandestinos e 200 toneladas de resíduos públicos (dados da SLU de 2020, atualizados em 12/11/2021).

Desde 2019, a coleta seletiva é realizada por cooperativas de catadores, com destaque para a Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Material Reaproveitável (ASMARE), a Associação dos Recicladores de Belo Horizonte (ASSOCIRECICLE), a Cooperativa dos Trabalhadores com Materiais Recicláveis da Pampulha Ltda (COOMARP), a Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis

de Belo Horizonte (COOPEMAR), a Cooperativa Solidária dos Trabalhadores e Grupos Produtivos da Região Leste (COOPESOL LESTE) e a Cooperativa Solidária dos Recicladores e Grupos Produtivos do Barreiro e Região (COOPERSOLI BARREIRO).

A gestão de resíduos sólidos em Belo Horizonte é um processo que se transformou ao longo dos anos, passando de um sistema básico de coleta para um modelo mais integrado e sustentável. Paralelamente, políticas de coleta seletiva foram introduzidas, antecipando a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei Federal nº 12.305/2010 - com leis municipais que incentivaram a separação de materiais recicláveis e sua destinação para cooperativas locais.

Em Belo Horizonte foi implantada a coleta seletiva com a Lei Municipal nº 6849 de 10 de abril de 1995. A coleta seletiva é o procedimento de separação do lixo a ser coletado em orgânico e inorgânico, na origem. E com a Lei Municipal nº 7591 de 27 de outubro de 1998 BH dispõe sobre a instalação de recipientes para coleta seletiva nas escolas municipais e também a Lei Municipal nº 8357, de 29 de abril de 2002 institui o programa de coleta seletiva de resíduos controlada por produtor com estabelecimento em BH (CEMPRE, 2022).

Esses avanços mostram o esforço contínuo da cidade para ampliar a abrangência da coleta seletiva e minimizar os impactos ambientais, conforme metas estabelecidas no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, ainda que desafios persistam, como o alto custo do serviço e a infraestrutura limitada das cooperativas de catadores.

De acordo com o Plano Municipal Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos (PMGIRS) de BH, “em 2013 a coleta seletiva correspondeu a uma média de 606 toneladas/mês, totalizando 7.271,37 t/ano apenas 1,08% do total de resíduos domésticos coletados no município de Belo Horizonte. A meta proposta no PMGIRS é em 2036 atingir 11,3% do recolhimento de material reciclável. As dificuldades de ampliar a coleta seletiva são:

- Baixa abrangência do serviço e alto custo da coleta seletiva;
- Atuação de catadores avulsos, em condição de vulnerabilidade social;
- Infraestrutura limitada e/ou inadequada das associações e cooperativas;
- Ausência de mercado para materiais de recicláveis do município” (SLU, 2022).

A coleta seletiva é realizada de duas maneiras na capital: nos Locais de Entrega Voluntária de Recicláveis (LEVs) e o recolhimento de porta a porta. Os LEVs estão sendo substituídos pelos Pontos Verdes, com apenas dois recipientes para as pessoas depositarem seus resíduos, serão separados os vidros dos demais materiais recicláveis: papel, papelão, metal, plástico e isopor.

Belo Horizonte é dividida em nove regionais administrativas: Barreiro; Centro-Sul; Leste; Nordeste; Noroeste; Norte; Oeste; Pampulha; Venda Nova. A SLU leva todo o material recolhido na coleta seletiva para as associações e cooperativas de trabalhadores com materiais recicláveis, integrantes do Fórum Municipal Lixo e Cidadania de Belo Horizonte, e oferece algumas estruturas importantes como o pagamento de aluguel, construção e reforma de galpões para a triagem de recicláveis: papel, metal, plástico, isopor e vidro. Em 2013 existiam 9 galpões de triagem. As associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis de BH que recebem o material coletado pela SLU são: ASMARE, ASSOCIRECICLE, COOMARP Pampulha, COOPEMAR, COOPESOL LESTE, COOPERSOLI Barreiro.

No ano de 2022 existiam setenta e um (71) locais de coleta seletiva de entrega voluntária no município distribuídos nas Regionais Administrativas, chamada na SLU de ‘ponto a ponto’, anteriormente denominada de LEV e agora serão Pontos Verdes.

Na Regional Barreiro existem cinco (05) Pontos Verde nos bairros: Ademar Maldonado, Barreiro de Baixo, Cardoso, Lindéia, Tirol, esses três últimos só recebem vidro.

Na Regional Centro-Sul existem treze (13) Pontos Verdes e estão localizados nos bairros: dois no Centro, que são os únicos a receber todos os materiais os demais recebem apenas vidro: dois no Floresta; três no Funcionários; um Santa Lúcia; um no Santo Antônio; dois no São Bento; um no bairro Savassi; um no bairro Serra.

Na Regional Leste existe apenas um (01) Ponto Verde no bairro Santa Inês, sendo ainda do modelo antigo com vasilhames separados para papel, plástico, metal e vidro.

Na Regional Nordeste existem seis (06) Pontos Verdes, que estão localizados nos bairros: Cachoeirinha, Ipiranga, Santa Cruz, dois no São Gabriel, São Paulo.

Na Regional Noroeste existem quatro (04) Pontos Verdes, que recebem vidro, nos bairros: Alto dos Pinheiros, João Pinheiro, Nova Esperança, Pindorama.

Na Regional Norte existem dois (02) Pontos Verdes, que recebem todos os materiais recicláveis, nos bairros: Aarão Reis e Minaslândia.

Na Regional Oeste existem nove (09) Pontos Verdes nos bairros: Estoril, Havaí, Nova Gameleira, dois no bairro Nova Granada, Nova Suíça, dois no bairro Salgado Filho e um no Vista Alegre.

Na Regional Pampulha existem vinte e oito (28) Pontos Verdes localizados nos bairros: três no Bandeirantes; um no Campus da UFMG, um no Dona Clara, um no Garças, um no Indaiá, três no Itapoã, um no Jardim Atlântico, dois no Liberdade, um no Manacás, dois no Ouro Preto, um no Paquetá, um no Santa Amélia, dois no São Francisco, um no São José, quatro no bairro São Luiz, um no Serrano e um no Zoológico.

Na Regional Venda Nova existem três (03) Pontos Verdes: no Jardim Europa, no Mantiqueira e no Parque São Pedro.

Em 2022 a coleta seletiva porta a porta era feita em trinta e nove (39) bairros de Belo Horizonte. Na Regional Barreiro o bairro Barreiro é parcialmente atendido pelo serviço de coleta seletiva porta a porta.

Na Regional Centro-Sul são quinze (15) os bairros totalmente atendidos pela coleta ‘porta a porta’ são: Anchieta, Belvedere, Carmo, Cidade Jardim, Coração de Jesus, Cruzeiro, Luxemburgo, Mangabeiras, Santa Lúcia, Santo Antônio, São Bento, São Pedro, Serra, Sion e Vila Paris. E os bairros parcialmente atendidos pelo serviço porta a porta de coleta seletiva são: Barro Preto, Comiteco, Lourdes, Santo Agostinho, São Lucas e Savassi.

Na Regional Leste os bairros atendidos parcialmente pelo serviço de coleta seletiva porta a porta são dois (02): Colégio Batista e Floresta.

Na Regional Nordeste apenas um (01) Bairro Cidade Nova é atendido parcialmente pelo serviço de coleta seletiva porta a porta.

Na Regional Noroeste os dois (02) bairros Carlos Prates e Padre Eustáquio são parcialmente atendidos pelo serviço de coleta seletiva porta a porta.

Na Regional Norte existe o serviço de coleta seletiva nos três (03) bairros: Campo Alegre, Planalto e Vila Clóris, mesmo assim são parcialmente atendidos.

Na Regional Oeste os três (03) bairros totalmente atendidos pelo serviço de coleta seletiva porta a porta são: Alto Barroca, Barroca e Gutierrez. E os sete (07) bairros parcialmente atendidos são: Bairro das Indústrias, Betânia, Buritis, Cinquentenário, Estoril, Grajaú e Olhos D’água.

Na Regional Pampulha os três (03) bairros atendidos pelo serviço de coleta seletiva porta a porta são: Castelo, São Luiz e São José, esse último é totalmente atendido e os demais parcialmente atendidos.

Na Regional Venda Nova os três (03) bairros atendidos pelo serviço de coleta seletiva porta a porta são: Céu Azul, Copacabana e Jardim Leblon, todos eles com atendimento parcial, ou seja, o caminhão que faz a coleta não passa em todas as ruas.

Fazendo uma correlação entre a renda média por Regionais de Belo Horizonte, a população de cada regional e a quantidade de pontos de entrega voluntária e a ocorrência do serviço de coleta seletiva porta a porta tem-se o quadro 1 abaixo:

Quadro 1- Dados das Regionais de Belo Horizonte

Regional De BH	Renda Média 2010	População 2010	Coleta seletiva Voluntária	Coleta seletiva Porta a porta
Centro-Sul	R$3.915,67	283.776	13	15
Pampulha	R$1.672,21	226.110	28	03
Oeste	R$1.659,84	308.549	09	10
Leste	R$1.400,02	238.539	01	02
Noroeste	R$1.247,84	268.038	04	02
Nordeste	R$1.162,19	290.353	06	01
Norte	R$764,87	212.055	02	03
Venda Nova	R$759,31	265.179	03	03
Barreiro	R$705,07	282.552	05	01
Total			71	39

Fonte: PBH, 2022 e SLU, 2022.

A análise dos dados das regionais de Belo Horizonte revela disparidades significativas em relação à renda média, população e disponibilidade de serviços de coleta seletiva, evidenciando desigualdades socioeconômicas e diferenças no acesso à infraestrutura de reciclagem. Observa-se que a Regional Centro-Sul, com a maior renda média entre as regionais (R$ 3.915,67), também dispõe da melhor cobertura de coleta seletiva, com 13 pontos de coleta voluntária e 15 pontos de coleta porta a porta.

Essa estrutura mais abrangente pode ser associada ao maior investimento público e à demanda crescente por serviços de reciclagem e sustentabilidade, o que parece acompanhar a renda mais elevada da população local.

Em contrapartida, regionais como Norte e Venda Nova, que apresentam rendas médias significativamente inferiores, R$ 764,87 e R$ 759,31 respectivamente, contam com infraestrutura limitada para coleta seletiva, com apenas dois ou três pontos de coleta em ambas as modalidades. A Regional Barreiro, que apresenta a menor renda média entre as regionais (R$ 705,07), possui somente cinco pontos de coleta voluntária e um de coleta porta a porta, o que revela uma cobertura insuficiente para atender às necessidades da população local. Essa discrepância indica que a menor disponibilidade de infraestrutura de coleta seletiva nas regiões de baixa renda pode estar relacionada à menor alocação de recursos, o que restringe o acesso das populações mais vulneráveis a práticas de reciclagem.

A relação entre população e cobertura dos serviços de coleta seletiva também apresenta desafios. A Regional Oeste, por exemplo, com uma população de 308.549 habitantes, possui apenas nove pontos de coleta voluntária e três bairros totalmente atendidos pela coleta porta a porta, o que não é suficiente para atender de forma adequada a um número tão grande de pessoas. Já a Regional Pampulha, com uma população de 226.110 e renda média de R$ 1.672,21, dispõe de 28 pontos de coleta voluntária, porém com apenas três pontos de coleta porta a porta. Isso sugere uma maior ênfase em locais de coleta voluntária, que podem ser mais acessíveis economicamente, mas que dependem do engajamento ativo da população para que o programa de reciclagem seja bem-sucedido.

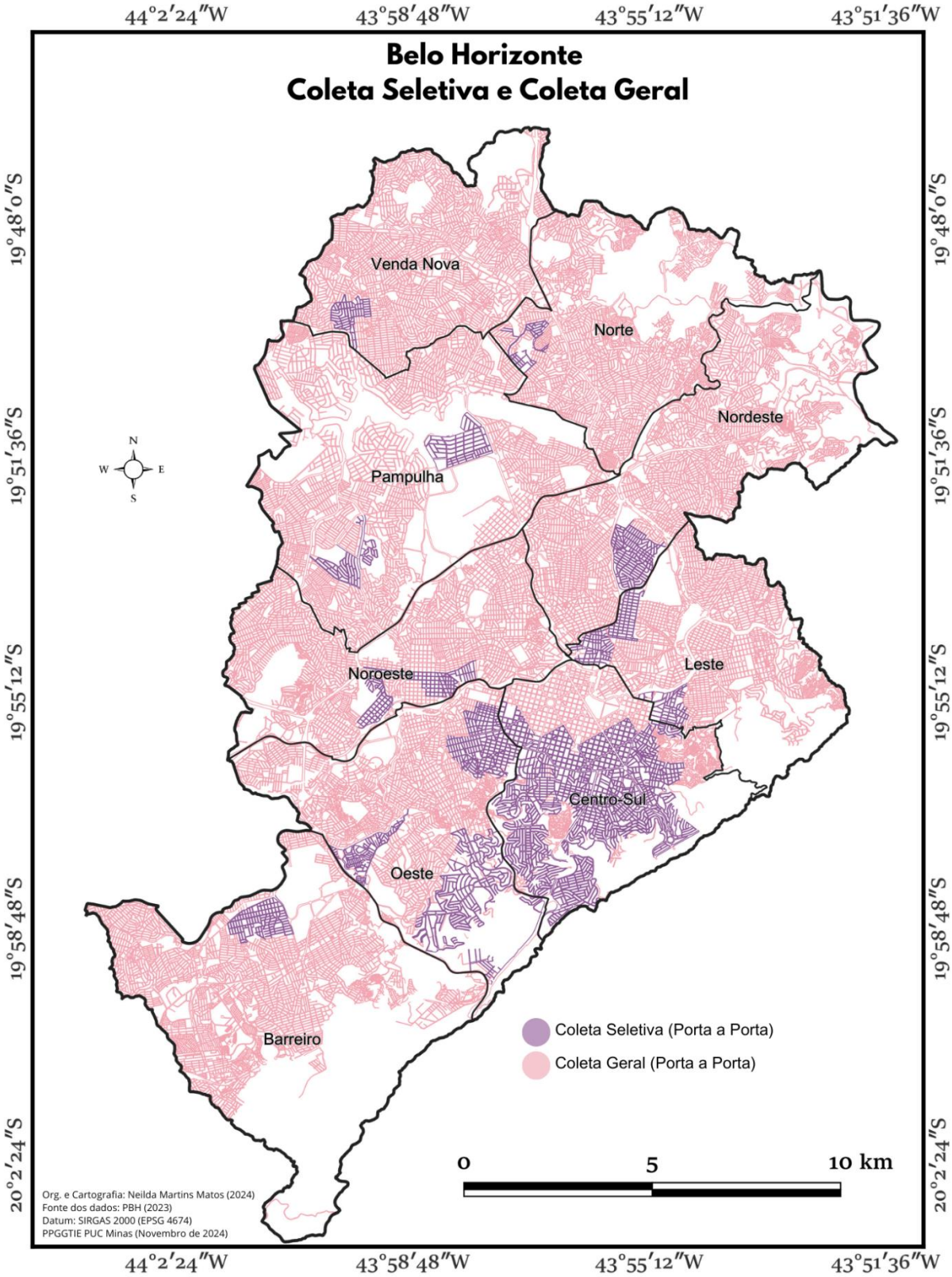
A distribuição desigual dos serviços de coleta seletiva entre as regionais de Belo Horizonte evidencia a concentração desses serviços em áreas de maior renda, como o Centro-Sul, onde a infraestrutura de reciclagem é mais robusta e bem distribuída. Em comparação, a Regional Leste, que tem uma renda média de R$ 1.400,02 e uma população de 238.539 pessoas, possui apenas um ponto de coleta voluntária e dois de coleta porta a porta. Essa cobertura limitada aponta para a necessidade de expandir os serviços de coleta seletiva nessas áreas para que possam atender à população de maneira mais eficaz.

Essas disparidades nos serviços de coleta seletiva nas regionais de Belo Horizonte ressaltam um desafio significativo para o planejamento urbano sustentável. Enquanto as regiões de alta renda são amplamente beneficiadas com serviços de

reciclagem abrangentes, as áreas mais vulneráveis ficam menos atendidas, o que cria uma distribuição desigual dos benefícios ambientais e sociais da coleta seletiva. Para promover uma gestão de resíduos mais equitativa, seria essencial investir na ampliação da infraestrutura de coleta seletiva nas regiões de menor renda, além de implementar programas de educação ambiental que incentivem a participação da população. Esses esforços contribuiriam para um sistema de reciclagem mais inclusivo e sustentável em toda a cidade, refletindo um compromisso com a justiça ambiental e a sustentabilidade urbana.

Os dados das regionais de Belo Horizonte destacam uma relação evidente entre renda, população e a disponibilidade de serviços de coleta seletiva, como pode ser observado no mapa 5. Fortalecer a cobertura e a infraestrutura de reciclagem nas áreas de menor renda não apenas reduziria as desigualdades existentes, mas também promoveria uma abordagem ambientalmente sustentável, beneficiando a cidade como um todo.

Mapa 5 - Tipos de coletas de resíduos em Belo Horizonte



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

O volume de resíduos sólidos urbanos domésticos coletados na cidade é cerca de 2800 toneladas por dia e apenas 1,1 % compõem a coleta seletiva, esse volume de resíduos recicláveis separados pela população é pouco, existe um potencial para aumentar.

Apesar dos argumentos da SLU sobre as dificuldades de se ampliar o serviço de coleta seletiva no município serem válidos, é preciso pensar soluções institucionais para resolvê-los. Sugestões como tentar incluir os catadores avulsos nas cooperativas e associações já existentes no município, para evitar a destruição dos vasilhames dos Pontos Verdes. Esse talvez seja um dos maiores desafios, pois a educação ambiental já é difícil de ser incorporada por pessoas escolarizadas, por aqueles que vivem na situação de vulnerabilidade social mudar o hábito em relação à questão ambiental é bem distante de suas necessidades mais urgentes, ter cuidado com a limpeza no entorno do Ponto Verde provavelmente nem é percebida. Aumentar o número de galpões para fazer a triagem do material reciclável recebidos no serviço de coleta seletiva porta a porta e dos Pontos Verdes. Promover as campanhas educativas para evitar os depósitos clandestinos de lixo no município, problema que para ser amenizado tem demandado muitos recursos financeiros da prefeitura e serviço dos trabalhadores da autarquia, que acabam priorizando essa necessidade mais urgente.

O serviço de coleta seletiva necessita ser ampliado, assim como os pontos de coleta porta a porta para facilitar e incentivar a participação dos moradores na separação do seu lixo doméstico, precisa aumentar o número de galpões de triagem e aprimorar os equipamentos utilizados para separação dos materiais recicláveis. É importante a participação de todos os segmentos da sociedade: moradores, produtores de embalagens e demais empreendedores, prefeitura, catadores de material reciclável para que a coleta seletiva em Belo Horizonte atinja um percentual maior em relação aos resíduos comuns. Quanto maior a quantidade de segregação de material na fonte, nas residências, menor o volume de resíduo comum seria recolhido pelos caminhões compactadores e seria possível reduzir o volume de lixo encaminhado ao aterro de Macaúbas em Sabará o que poderá ser um ganho ambiental e também de espaço urbano.

Independente da renda familiar seria importante o engajamento dos moradores do município no serviço de coleta seletiva disponibilizado pela prefeitura de BH, uma

vez que infelizmente esse serviço não existe na maioria dos outros municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

5.1 Destinação dos Resíduos

A gestão de resíduos é outra questão crítica. O aumento da produção de lixo e a necessidade de tratamento adequado dos resíduos sólidos urbanos são desafios significativos. Belo Horizonte tem trabalhado em programas de coleta seletiva e na promoção da reciclagem, mas a eficácia dessas iniciativas precisa ser constantemente aprimorada. A gestão de resíduos é um desafio crucial enfrentado por Belo Horizonte no cenário contemporâneo. Com o crescimento populacional e o aumento do consumo, a cidade lida diariamente com uma quantidade substancial de resíduos sólidos urbanos, incluindo lixo domiciliar, comercial e industrial.

Essa quantidade crescente de resíduos representa uma preocupação ambiental significativa. O descarte inadequado pode resultar na contaminação do solo e da água, bem como na emissão de gases de efeito estufa. Aterros sanitários e lixões descontrolados são fontes potenciais de poluição e degradação ambiental.

A promoção da coleta seletiva e da conscientização da população sobre a importância da separação adequada dos resíduos são desafios constantes. A cidade precisa aumentar a taxa de reciclagem para reduzir a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários. Isso requer infraestrutura para tratamento de materiais recicláveis, como centrais de triagem e instalações de reciclagem.

Além disso, programas de educação ambiental são fundamentais para envolver a comunidade na gestão adequada de resíduos. A conscientização pública sobre a importância da redução, reutilização e reciclagem é crucial para diminuir o impacto dos resíduos.

Belo Horizonte também enfrentou desafios na modernização de sua infraestrutura de tratamento de resíduos. A cidade precisa investir em instalações de compostagem, incineração controlada e atualização de aterros sanitários existentes.

A legislação e a regulamentação desempenham um papel fundamental na orientação da gestão de resíduos. A implementação de políticas que promovem a responsabilidade do produtor, incentivam a reciclagem e estabelecem previsões para a poluição são permitidas para garantir a eficácia das medidas de gestão de resíduos (Da Silva; Biernaski, 2018).

Belo Horizonte tem feito esforços para enfrentar esses desafios, mas a gestão de resíduos continua sendo uma área crítica que requer atenção contínua para garantir um ambiente saudável e sustentável para seus habitantes.

A educação ambiental desempenha um papel fundamental na abordagem desses desafios. Conscientizar a população sobre a importância da conservação ambiental, do uso responsável dos recursos naturais e da participação ativa na resolução dessas questões é essencial para promover uma cultura de sustentabilidade (Da Silva; Biernaski, 2018)

Nessa questão, planos de desenvolvimento urbano sustentável, investimentos em transporte público, programas de educação ambiental e iniciativas de inclusão social são algumas das estratégias adotadas para enfrentar essas questões complexas.

No entanto, o sucesso na superação desses desafios dependerá da cooperação contínua entre governo, sociedade civil e setor privado, bem como da adaptação a um cenário global em constante mudança. Belo Horizonte está, sem dúvida, empenhada em buscar soluções inovadoras que equilibrem o crescimento urbano com a preservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida de seus habitantes no mundo contemporâneo.

Assim, Belo Horizonte no contexto atual é uma cidade diversa e dinâmica, cuja população, economia e desafios ambientais refletem a complexidade inerente à vida urbana contemporânea. A interdisciplinaridade é fundamental para compreender e abordar questões relacionadas a essa cidade em constante evolução, e o engajamento da sociedade civil e do poder público é essencial para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades que a cidade oferece (DINIZ, VERAS, 2019).

5.1 Infraestrutura e serviços existentes para a gestão de resíduos sólidos, incluindo a reciclagem de vidro (coleta, tratamento e destinação final)

De acordo com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte (PMGIRS-BH) de 2017, o gerenciamento de resíduos sólidos na cidade é estruturado conforme o tipo de resíduo, dividido entre Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e Resíduos Especiais.

Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) incluem:

- Resíduos Sólidos Públicos: compostos pelos resíduos de serviços de limpeza de vias e outros serviços de limpeza urbana, são coletados por empresas terceirizadas e destinados ao Aterro Sanitário CTRS Macaúbas.
- Resíduos Sólidos Domiciliares: subdividem-se em resíduos de coleta indiferenciada, que são encaminhados ao Aterro Sanitário CTRS Macaúbas, e resíduos de coleta seletiva (papel, plástico, metal e vidro), que são destinados às Unidades de Triagem das associações e cooperativas com contrato com a SLU, algumas das quais utilizam caminhões da própria SLU para recolher os recicláveis.

Os Resíduos Especiais são categorizados em:

- Resíduos Orgânicos: gerados em feiras e sacolões, são coletados pela Coleta Seletiva de Orgânicos e direcionados à Unidade de Compostagem na CTRS BR-040. Até 2017, a coleta desses resíduos de grandes geradores e a operação da unidade de compostagem eram realizadas diretamente pela SLU, com proposta no PMGIRS de terceirização deste serviço.
- Resíduos Equiparados ao Domiciliar de Grandes Geradores: são coletados pela Coleta Indiferenciada e encaminhados ao Aterro Sanitário CTRS Macaúbas.
- Resíduos de Serviços de Saúde: coletados pela Coleta de Resíduos Infectantes, ficam a cargo do próprio gerador e são destinados ao Aterro Célula RSS na CTRS BR-040.
- Resíduos da Construção Civil e Volumosos: recolhidos pela SLU em pontos de deposições clandestinas e direcionados ao Aterro de Inertes CTRS Maquiné, ou coletados nas Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPVs) e enviados ao mesmo aterro. Estações de Reciclagem de Entulho também atuam na triagem desses materiais.
- Resíduos Reversos: como pneus, que são recebidos na Unidade de Recebimento de Pneus (URP) na CTRS BR-040. Desde 2007, essa unidade tem uma área coberta de 200 m² e capacidade para armazenar até 4.000 pneus usados, com uma média de recebimento de 1.000 pneus por dia em 2014. A cada 2.000 pneus, a Reciclanip realiza a coleta, custeada pelo município.

Os demais resíduos que fazem parte da Logística Reversa em Belo Horizonte não são de responsabilidade do poder público municipal. Como exemplo, as pilhas e

baterias, em 2017 existiam 28 postos de unidades de coleta no município, fomentado pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE). Outro exemplo é o Programa Jogue Limpo (postos de combustíveis, oficinas mecânicas, empresas transportadoras, comerciantes de produtos), desde 2013 em Minas Gerais, mantido pelas empresas do setor de óleos lubrificantes: Shell, Petrobrás, Petronas, Ipiranga, Castrol e outras, para reciclagem das embalagens em Unidade Recicladora. Belo Horizonte possuia 354 postos aderidos ao programa Jogue Limpo em 2013, as embalagens recolhidas são levadas para a Central de Betim.

Em Belo Horizonte a Coleta Seletiva ocorre por uma participação entre os diversos envolvidos: os moradores do município, que podem contribuir fazendo a separação dos seus resíduos domésticos e levando até os pontos de coleta, denominados locais de entrega voluntária (LEV), localizados nos seguintes endereços, separados por Regionais Administrativas do município (PBH, 2024):

Regional Barreiro:

- ADEMAR MALDONADO: av. Afonso Vaz de Melo com rua Risoleta Fernandes, próximo ao Habib's - Praça Geraldo Mansur (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- BARREIRO DE BAIXO: rua Vicente de Azevedo, 301 - área interna da Gelu Barreiro (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- LINDEIA: av. Flor de Seda, próximo ao nº 941 (Recebe vidro);
- TIROL: rua Bráulio Gomes Nogueira, próximo ao nº 835 (Recebe vidro).

Regional Centro- Sul:

- CENTRO: av. Afonso Pena, 1.377 - Parque Municipal Américo Renné Giannetti (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- CENTRO: av. João Pinheiro, próximo à Faculdade de Direito da UFMG (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- FLORESTA: rua Sapucaí, esquina com av. Assis Chateaubriand (Recebe vidro);
- FLORESTA: rua Sapucaí, esquina com av. Francisco Sales (Recebe vidro);
- FUNCIONÁRIOS: av. Getúlio Vargas, 20, esquina com av. do Contorno (Recebe vidro);
- FUNCIONÁRIOS: rua dos Aimorés, esquina com rua Alagoas, próximo ao nº 1.101 e à Igreja da Boa Viagem (Recebe vidro);

- FUNCIONÁRIOS: rua dos Timbiras, esquina com av. Afonso Pena, (Recebe vidro);
- MARÇOLA: av. do Cardoso - Praça do Cardoso (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- SANTA LÚCIA: av. Arthur Bernardes, 3.951 - URPV Santa Lúcia (Recebe vidro);
- SANTO ANTÔNIO: av. Prudente de Morais, esquina com rua Joaquim Murtinho - posto de gasolina (Recebe vidro);
- SÃO BENTO: av. Raja Gabáglia, 2.671 - estacionamento do Restaurante Porcão (Recebe vidro);
- SÃO BENTO: av. Raja Gabáglia, 3.385 - na calçada da Churrascaria Raja Grill (Recebe vidro);
- SAVASSI: av. Getúlio Vargas, esquina com rua dos Inconfidentes - perto do posto de gasolina (Recebe vidro);
- SERRA: rua Trifana, próximo ao nº 643 (Recebe vidro).

Regional Leste:

- FLORESTA: praça Comendador Negrão de Lima, esquina com rua Dona Lídya Couto e rua Dona Maria Inês (Recebe vidro);
- SANTA INÊS: rua Gustavo da Silveira, 2.000, próximo à portaria da empresa CSEM Brasil (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro).

Regional Nordeste:

- CANADÁ: rua Nossa Senhora da Paz, lado oposto ao número 214, entre as ruas Teresópolis e Resende - atrás da Viação Pássaro Verde (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- IPIRANGA: av. Cristiano Machado, 4.001 - área interna do Hotel Ouro Minas (Recebe vidro);
- IPIRANGA: rua José Clemente Pereira, 440 - em frente ao Centro de Recondicionamento de Computadores da Prodabel (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- IPIRANGA: rua Princesa Leopoldina, 485 - área interna da Gelu Nordeste (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- SÃO GABRIEL: rua Circular, esquina com rua das Capoeiras (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);

- SÃO GABRIEL: rua Walter Ianni, entre rua Edson Silveira e marginal do Anel Rodoviário - perto da PUC São Gabriel (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- SÃO PAULO: rua Queluzita, 45 - área interna da Coordenadoria de Atendimento Regional Nordeste (Care-NE) - (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro).

Regional Noroeste:

- ALTO DOS PINHEIROS: rua Padre Manoel Bernardes, esquina com rua Bueno do Prado (Recebe vidro);
- JOÃO PINHEIRO: rua Tamandaré, 5 - área interna da URPV Delta (Recebe vidro);
- NOVA ESPERANÇA: rua Francisco de Paula Ferreira, s/n - área interna da URPV da Paz (Recebe vidro);
- PINDORAMA: av. Amintas Jacques de Moraes, s/n (final da avenida) - área interna da URPV Pindorama (Recebe vidro).

Regional Norte:

- AARÃO REIS: rua Rubens de Souza Pimentel, próximo à rotatória - em frente ao Parque Nossa Senhora da Piedade (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- MINASLÂNDIA: rua São Sebastião, 103 - próximo ao Cras e ao Campo do Providência (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro).

Regional Oeste:

- ESTORIL: rua Nilo Antônio Gazire, 147 - área interna do Cemar (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- HAVAÍ: av. Costa do Marfim - área externa do Parque Estrela Dalva (Recebe vidro);
- NOVA GAMELEIRA: rua Dom Oscar Romero, Condomínio Henrique Silva Araújo - Henricão - Portaria 2, área interna (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- NOVA GRANADA: rua Belfort Roxo, 215 (Cevae Morro das Pedras) - área externa (Recebe vidro);
- NOVA GRANADA: rua Belfort Roxo, 215 (Cevae Morro das Pedras) - área interna (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);

- NOVA SUÍÇA: av. Barão Homem de Melo, 300, URPV - entrada pela rua Cacuí (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- PRADO: rua Erê, 131, esquina com rua João Lúcio Brandão - Prado (Recebe vidro);
- SALGADO FILHO: rua Conselheiro Pires da Mota, 205, Gelu Oeste - área interna (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro).

Regional Pampulha:

- BANDEIRANTES: rua Polycarpo de Magalhães Viotti, 450 - área interna da Estação de Reciclagem de Entulho Pampulha - de segunda a sexta-feira, das 8h às 11h e das 12h às 16h - (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- CAMPUS UFMG PAMPULHA: av. Reitor Mendes Pimentel, entrada da av. Antônio Carlos (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- DONA CLARA: rua Rita Alves Castanheira, 50 - URPV Dona Clara (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- GARÇAS: rua Reinato Fantoni, 20, esquina com av. Francisco Negrão de Lima - área da URPV Garças (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- INDAIÁ: rua Boaventura com rua das Bandeiras (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- ITAPOÃ: av. Portugal, 4.020 - Clube Labareda (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- ITAPOÃ: rua Desembargador Milton dos Reis, lado oposto ao nº 93 (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- ITAPOÃ: rua Monte Castelo, 391 (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- JARDIM ATLÂNTICO: rua Ilha Grande, lado oposto ao número 570 - em frente à calçada do Pampulha Iate Clube - PIC (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- LIBERDADE: rua Flor de Fogo, 65 - Residencial Village Liberdade (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- LIBERDADE: rua Flor de Índio, esquina com rua Aimée Semple Mcpherson (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- MANACÁS: av. Presidente Tancredo Neves, 2.900 - em frente ao Parque Municipal Cássia Eller (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);

- OURO PRETO: av. Fleming, 1.500 (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- OURO PRETO: av. Fleming com rua Brasiléia - lado oposto (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- PAQUETÁ: av. Presidente Tancredo Neves, 4.200 - em frente à URPV Paquetá (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- SANTA BRANCA: rua São Gonçalo do Abaeté com rua Santa Maria do Suaçuí (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- SÃO FRANCISCO: av. Marechal Esperidião Rosas, 179 (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- SÃO FRANCISCO: rua Caldas da Rainha, 2.083 - área interna do galpão (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- SÃO JOSÉ: av. Antônio Abrahão Caram, 350 - perto do Esporte Clube Sírio (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- SÃO LUIZ: av. Alfredo Camarate, próximo ao nº 632 (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- SÃO LUIZ: av. Professor Magalhães Penido, 100 (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- SÃO LUIZ: Praça Alberto Dalva Simão - Alameda dos Coqueiros (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- SÃO LUIZ: Praça Expedicionário Lourival Pereira com rua Expedicionário Nilo Morais Pinheiro (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- SÃO LUIZ: rua Henrique Cabral, 45 - área interna da Coordenadoria de Atendimento Regional Pampulha - Care-P (Recebe papel, metal, plástico e isopor);
- SERRANO: rua Herbert de Souza, em frente ao nº 119 - Conjunto Sarandi (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- ZOOLÓGICO: rua interna - próximo ao Jardim Botânico (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro).

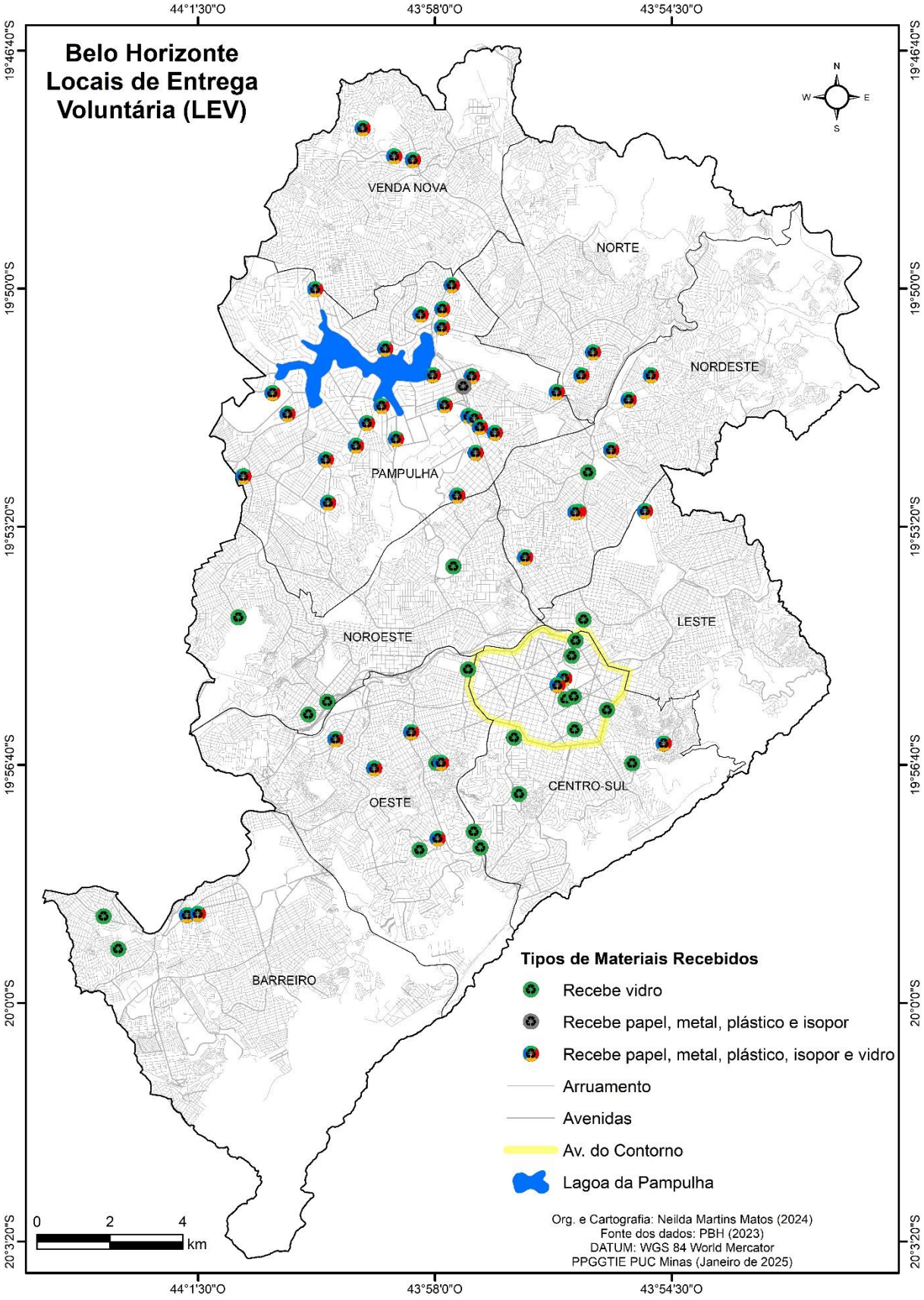
Regional Venda Nova:

- JARDIM EUROPA: av. Vilarinho com av. Liege, 10 - área externa da Gelu Venda Nova (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);

- LETÍCIA: av. Vilarinho, 4.441, esquina com rua Alberto Ambrósio dos Santos - área interna da URPV Vilarinho (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro);
- MANTIQUEIRA: rua José Félix Martins, s/nº - atrás da Escola Municipal Milton Campos, perto da portaria do Sesc Venda Nova (Recebe papel, metal, plástico, isopor e vidro).

A localização dos pontos de entrega voluntária pode ser observada no mapa 6.

Mapa 6 - Localização dos LEV em Belo Horizonte - Ano 2023



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A SLU está realizando a troca gradativa dos contenedores para a Coleta Seletiva em Belo Horizonte, antes denominados LEV, para apenas dois contenedores, agora chamados de ponto verde. Vejam dois exemplos, um ainda no modelo antigo, com um coletor vermelho para plástico, um coletor amarelo para metal e um coletor azul para papel e papelão. E o outro no modelo novo com apenas dois contenedores, separando o vidro dos demais materiais recicláveis. Pode acontecer da população ao levar seu material reciclável espalhar inadequadamente os resíduos fora dos recipientes. Ocorre o recolhimento e a limpeza periódica, porém, no dia desse registro a situação estava bem ruim:

Figura 8 - LEV, ponto a ponto no Bairro Santa Inês, Regional Leste

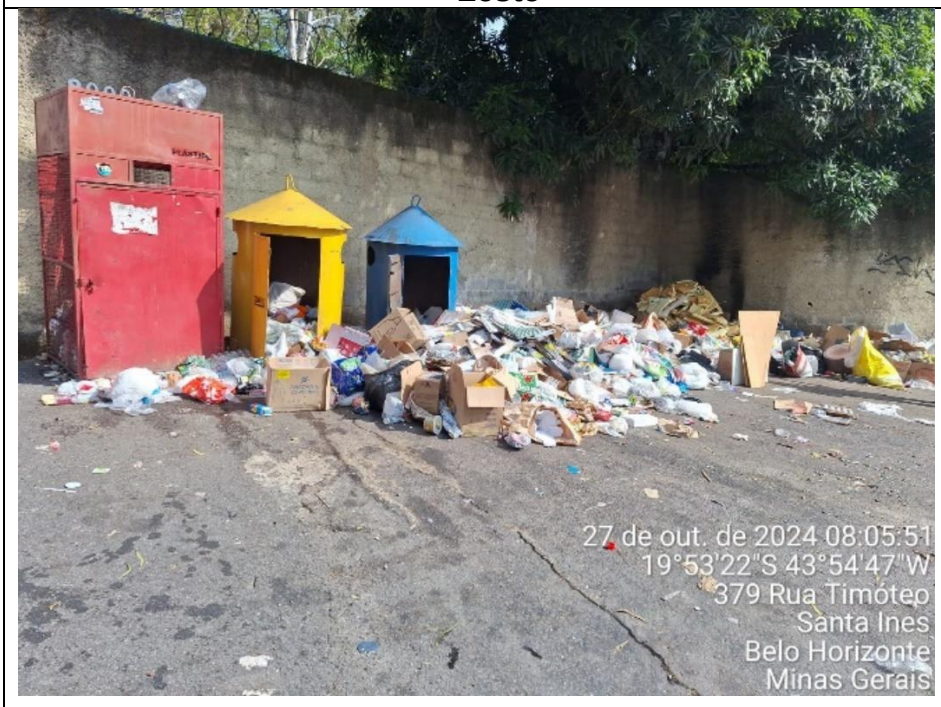


Figura 9 - recipiente para coleta seletiva do vidro, no bairro Santa Inês

Figura 10 - Novos recipientes para coleta seletiva, no Bairro São José, Regional Pampulha

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Outro segmento da sociedade que pode participar ativamente da Coleta Seletiva são os comerciantes de Belo Horizonte, que também podem fazer a separação de seus resíduos. Nesse caso específico existe um grande potencial a ser desenvolvido na coleta seletiva do vidro, pois existe uma enorme quantidade de bares e restaurantes na capital, ainda falta reunir os atores interessados, que seriam o poder

público municipal, que poderia entrar com alguma forma de incentivo financeiro para incentivar a adesão dos comerciantes ao processo de reciclagem de vidro, e uma empresa recicladora de vidro que poderia fazer essa parceria instalando os coletores nos locais e recolhendo à medida que ficassem cheios. Já existe a venda de bebidas em embalagens de vidro com o retorno da mesma, como por exemplo a Coca-Cola, mas nesse caso é para reutilização, talvez indústrias de cerveja também já utilizem essa estratégia.

O setor público, representado pela SLU, que já realiza as mobilizações sociais educativas de diversos públicos com a finalidade de informar e trazer para a prática da separação dos resíduos sólidos urbanos, aumentando a Coleta Seletiva. Além de realizar toda a gestão dos resíduos de Belo Horizonte e enfrentar diversos desafios que fazem parte de um município desse porte e complexidade para a coleta dos resíduos comuns em suas vilas e favelas, que possuem vielas estreitas para utilização de caminhão compactador. A SLU também lida com o descarte clandestino de entulhos em locais proibidos, que tomam recursos que poderiam ser utilizados na ampliação da Coleta Seletiva, principalmente do vidro, mesmo assim no carnaval de 2024 foram instalados contenedores de vidros na Avenida dos Andradas para facilitar o recolhimento desse material, uma parceria com os catadores.

As seis Associações e Cooperativas que recebiam os materiais recicláveis da coleta seletiva do município de Belo Horizonte no ano de 2024: ASMARE, ASSOCIRECICLE, COOPEMAR, COOPESOL LESTE, COOPEMARP Pampulha, COOPERSOLI Barreiro, com respectivos endereços:

- ASMARE-Associação dos Catadores de Papel, Papelão e Material Reaproveitável

Unidade I - Av. do Contorno, 10.555 - Barro Preto

Unidade II - Rua Ituiutaba, 460 – Prado

- ASSOCIRECICLE- Associação dos Recicladores de Belo Horizonte

Rua Íris Alvim Camargos, 2.868 – Jardinópolis

- COOMARP PAMPULHA-Cooperativa dos Trabalhadores com Materiais Recicláveis da Pampulha Ltda

Unidade I - Av. Presidente Antônio Carlos, 4.070 - São Francisco

Unidade II - Rua Caldas da Rainha, 2.083 - São Francisco

- COOPEMAR-Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Belo Horizonte

Avenida Solferina Ricci Pace, 1.250 - Distrito Industrial do Vale do Jatobá

- COOPESOL LESTE-Cooperativa Solidária dos Trabalhadores e Grupos Produtivos da Região Leste

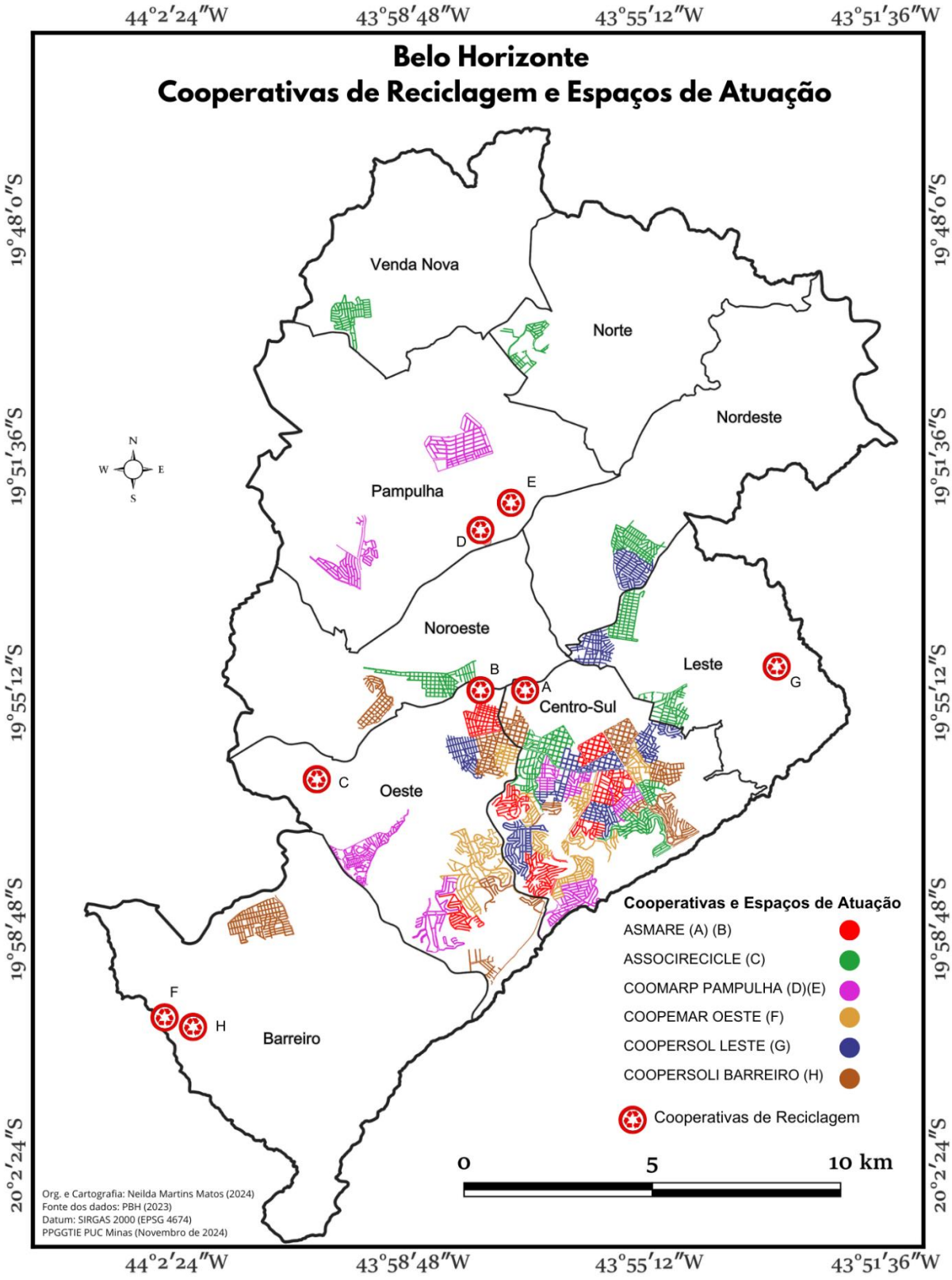
Rua Dois Mil Duzentos e Dezoito, 151 - Granja de Freitas

- COOPERSOLI BARREIRO- Cooperativa Solidária dos Recicladores e Grupos Produtivos do Barreiro e Região

Rua Lacyr Máffia, 161 - Jatobá IV

O mapa 7 mostra a distribuição e as áreas de atuação das cooperativas de reciclagem em Belo Horizonte, destacando as regiões da cidade onde essas cooperativas operam. Ele categoriza as cooperativas por meio de uma legenda colorida e especifica as áreas geográficas cobertas por cada uma, permitindo visualizar as áreas atendidas e as concentrações das atividades de coleta seletiva.

Mapa 7- Localização das Associações e Cooperativas contratadas pela SLU em 2024



Fonte: dados da pesquisa.

Observa-se que as cooperativas estão distribuídas em várias regiões, com uma concentração maior na área Centro-Sul de Belo Horizonte. Nessa região, há uma

presença significativa de cooperativas com áreas de atuação sobrepostas, sugerindo uma cobertura mais ampla e intensa das atividades de reciclagem. Outras regiões, como Barreiro, Oeste e Pampulha, também são atendidas por algumas cooperativas, embora com uma atuação menos densa comparada à região Centro-Sul.

Cada cooperativa é representada por uma cor específica, e os polígonos no mapa indicam seu espaço de atuação. Por exemplo, a COOMARP Pampulha cobre áreas na região da Pampulha, enquanto a ASSOCIRECICLE atua na região Oeste. As sedes das cooperativas são identificadas por estrelas vermelhas, o que facilita a localização das organizações dentro do mapa e ajuda a entender a proximidade das cooperativas com suas áreas de atuação, fator que pode influenciar a eficiência logística e a abrangência do serviço de reciclagem.

A cobertura regional revela uma desigualdade no atendimento. A concentração de cooperativas na região Centro-Sul contrasta com a baixa cobertura em áreas como Nordeste, Norte e Leste de Belo Horizonte. Essa distribuição desigual indica que algumas regiões da cidade podem não estar suficientemente atendidas pelos serviços de coleta seletiva, limitando o alcance dessas atividades. Regiões periféricas, como Venda Nova e partes da região Norte, não apresentam áreas de atuação associadas a nenhuma cooperativa, apontando uma possível lacuna nos serviços de reciclagem nessas áreas.

A análise do mapa 7 ressalta a importância de uma cooperação mais estreita entre o setor público e as cooperativas para expandir a cobertura para áreas menos atendidas. A concentração na área Centro-Sul pode estar relacionada a uma maior demanda ou a um melhor apoio logístico nessa região, mas evidencia a necessidade de políticas públicas que incentivem a expansão das áreas de atuação das cooperativas para garantir que toda a cidade tenha acesso igualitário aos serviços de reciclagem. Dessa forma, o mapa permite uma compreensão clara das regiões bem atendidas e das áreas que ainda precisam de melhorias para alcançar uma gestão de resíduos mais equilibrada e sustentável.

Em 2023 a rede municipal de ensino possuia 323 escolas, distribuídas nas nove Administrações Regionais de Belo Horizonte, dentre elas existem doze escolas municipais de Belo Horizonte que participam da Coleta Seletiva de plástico, papel, metal, mas não recebem o vidro.

As escolas municipais que participam da coleta seletiva e seus endereços, conforme quadro 2 e sua espacialização no mapa 8. O mapa apresenta a localização

das escolas municipais de Belo Horizonte que implementam coleta seletiva, destacando a distribuição dessas escolas nas regiões administrativas da cidade. A legenda identifica as escolas nas regiões do Barreiro, Noroeste e Oeste, evidenciando que essas áreas possuem a maior concentração de escolas participantes no programa de coleta seletiva.

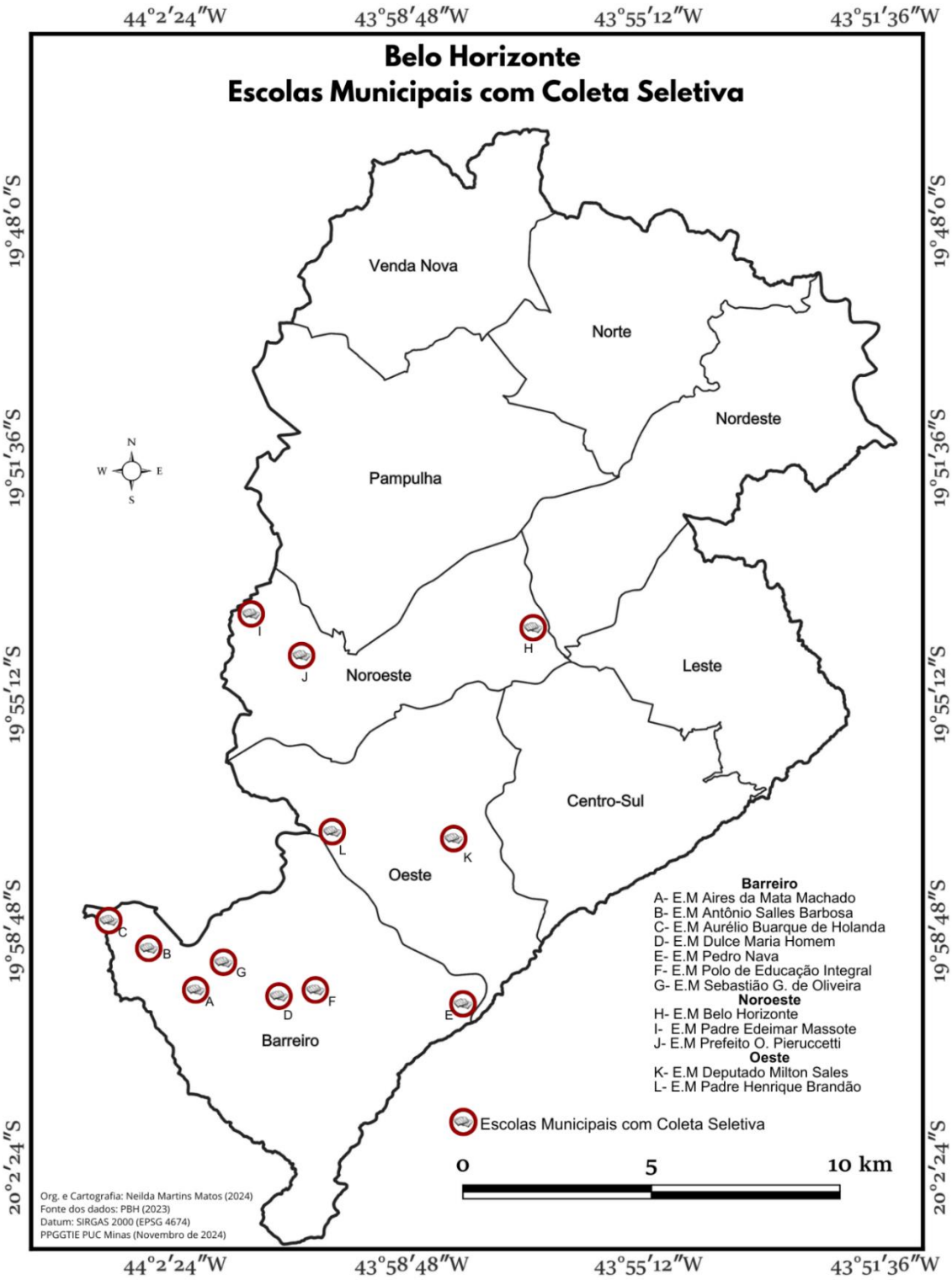
Observa-se que a maioria das escolas com programas de coleta seletiva está concentrada nas regiões Oeste, Noroeste e Barreiro. Notavelmente, a região do Barreiro possui o maior número de escolas com coleta seletiva, indicando uma possível prioridade ou incentivo para práticas de sustentabilidade nessa área específica. Em contrapartida, há uma ausência de escolas com coleta seletiva nas regiões Norte, Nordeste, Leste, Centro-Sul, Venda Nova e Pampulha, o que sugere uma disparidade na implementação desse tipo de programa em diferentes partes da cidade.

Quadro 2 - Escolas municipais que participam da coleta seletiva

ESCOLA	**ENDEREÇO**	**REGIONAL**
E.M. PADRE EDEIMAR MASSOTE	Rua Eneida, 1485 - Coqueiros	NOROESTE
E.M. ANTONIO SALLES BARBOSA	Rua Sabino Jose Ferreira, 5- Tirol	BARREIRO
E.M. AURÉLIO BUARQUE DE HOLANDA	Rua Pedro Ramos Cruz, 780- Regina	BARREIRO
E.M. BELO HORIZONTE	Avenida José Bonifácio, 189- São Cristovão	NOROESTE
E.M. PADRE HENRIQUE BRANDÃO	Rua Crispim Jaques, 987- Vista Alegre	OESTE
E.M PEDRO NAVA	Rua São Pedro da Aldeia, 45-Pilar	BARREIRO
E.M. SEBASTIÃO GUILHERME DE OLIVEIRA	Rua Calêndula, 10- Olaria	BARREIRO
E.M. AIRES DA MATA MACHADO	Avenida Senador Levindo Coelho, 132- Tirol	BARREIRO
E.M. POLO DE EDUCAÇÃO INTEGRAL	Praça Modestino de Sales Barbosa, 11- Flávio Marques Lisboa	BARREIRO
E.M. PREFEITO OSWALDO PIERUCCETTI	R. Regida, 309- Jardim Filadélfia.	NOROESTE
E.M. DEPUTADO MILTON SALES	Rua Teófilo Filho, 222 - Jardim América.	OESTE
E.M. DULCE MARIA HOMEM	Rua Três Marias, 221 - Miramar	BARREIRO

Fonte: SLU, ano 2024.

Mapa 8 - Escolas da Rede Municipal de Belo Horizonte participantes da Coleta Seletiva - Ano 2024



Fonte: dados da pesquisa.

A proximidade entre algumas escolas em certas áreas pode refletir uma concentração de esforços ou infraestrutura disponível para apoiar a coleta seletiva, especialmente nas regiões com maior número de escolas participantes.

A análise desse mapa permite visualizar tanto o progresso já realizado quanto as áreas que ainda necessitam de maior atenção para a implementação de programas de coleta seletiva. O padrão de concentração pode indicar que políticas regionais ou diferenças na infraestrutura influenciam diretamente a adoção de práticas de sustentabilidade. Expandir esses programas para as regiões atualmente sem escolas participantes poderia promover uma abordagem mais uniforme e abrangente de sustentabilidade em Belo Horizonte, incentivando uma maior conscientização e engajamento da comunidade em relação à coleta seletiva.

6 ANÁLISE DA SITUAÇÃO DA COLETA SELETIVA DE VIDRO EM BELO HORIZONTE

A gestão de resíduos sólidos urbanos é uma questão central no debate sobre sustentabilidade nas cidades contemporâneas. Dentro desse contexto, a coleta seletiva de materiais recicláveis, incluindo o vidro, desempenha um papel essencial na redução do impacto ambiental e na promoção de práticas sustentáveis. Belo Horizonte, uma das principais capitais do Brasil, tem investido em políticas públicas e programas de conscientização voltados para o aprimoramento do manejo de resíduos. Contudo, a coleta seletiva de vidro ainda enfrenta desafios significativos, que incluem fatores operacionais, logísticos e sociais.

Este capítulo tem como objetivo realizar uma análise detalhada da situação da coleta seletiva de vidro em Belo Horizonte, destacando os avanços, obstáculos e perspectivas futuras desse processo. Para isso, será discutida a infraestrutura disponível para a coleta de vidro, incluindo a distribuição dos pontos de coleta seletiva, o papel das cooperativas e associações envolvidas, e a participação da população na separação adequada dos resíduos.

Além disso, serão examinados os dados de coleta ao longo dos anos, com foco nas oscilações causadas por eventos externos, como a pandemia de COVID-19, e problemas operacionais, como falhas nos equipamentos de pesagem. A análise também abordará a influência de políticas públicas, como o programa Bolsa Reciclagem, que tem contribuído para a retomada e expansão das atividades de coleta seletiva. Ao longo deste capítulo, busca-se fornecer uma visão abrangente da atual situação da coleta seletiva de vidro na capital mineira, identificando tanto os progressos alcançados quanto os desafios que ainda precisam ser superados para alcançar uma gestão de resíduos mais eficiente e sustentável.

6.1 Programas e iniciativas de coleta seletiva de vidro

A coleta seletiva de vidro é uma das iniciativas fundamentais para a promoção da sustentabilidade urbana, contribuindo diretamente para a redução de resíduos e a reutilização de materiais que, de outra forma, teriam um impacto negativo sobre o meio ambiente. Em Belo Horizonte, diversos programas e iniciativas têm sido

implementados para incentivar a coleta e o manejo adequado do vidro, promovendo o engajamento da população e o fortalecimento das cooperativas de catadores e a integração de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade.

Entre as principais iniciativas, destaca-se o Programa Bolsa Reciclagem, que oferece incentivos financeiros às cooperativas e associações de catadores, fomentando a ampliação e eficiência da coleta seletiva. A criação de Pontos Verdes para a entrega voluntária de materiais recicláveis, incluindo vidro, e a implementação da coleta seletiva porta a porta em alguns bairros também são exemplos de esforços da prefeitura para facilitar o acesso da população ao sistema de reciclagem.

Além disso, a atuação de cooperativas como a COOPEMAR, que desempenham um papel crucial na cadeia de reciclagem, é essencial para o sucesso desses programas. Essas cooperativas não apenas fazem a coleta e triagem do vidro, mas também geram impacto social ao integrar catadores e promover a inclusão econômica. Por meio dessas iniciativas, a cidade de Belo Horizonte busca melhorar a gestão de resíduos sólidos e promover uma economia circular, que valoriza o reaproveitamento de materiais como o vidro, gerando benefícios ambientais e sociais.

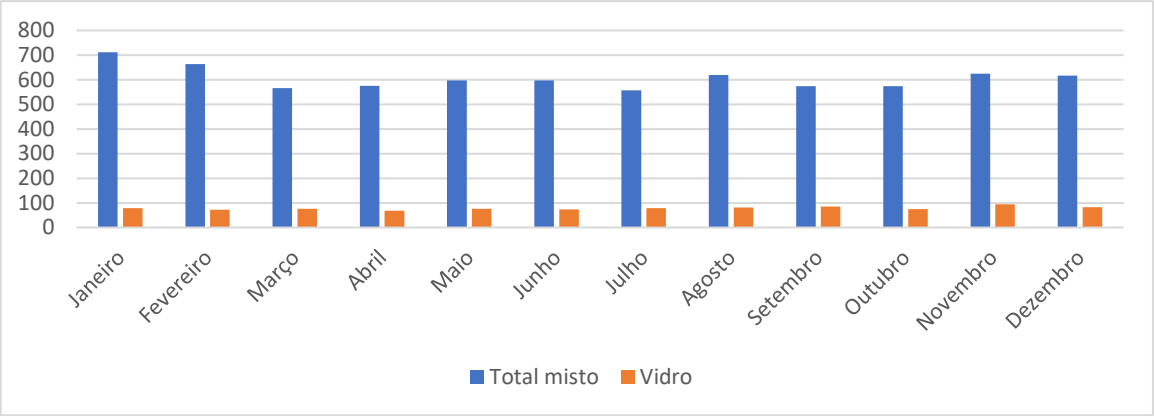
De acordo com as planilhas estatísticas da SLU, tem-se os dados em toneladas referentes a coleta seletiva, sendo o total misto composto por todos os materiais recicláveis (papel, plástico, metal e vidro) tanto dos LEV's, quanto pela coleta porta a porta, é possível observar os valores mensais para os anos de 2016 a 2021 nos quadros 3 a 8:

Quadro 3 - Coleta seletiva em Belo Horizonte - Ano de 2016

Associação ou cooperativa	Tipo de material	Jan	Fev	Mar	Abril	Maio	Junho	julho	Ago	Set	Out	Nov	Dez
COOPEMAR Oeste	Vidro	79,40	72,81	76,57	68,10	75,60	73,82		81,40	85,13	74,98	94,23	82,40
Contratada	Vidro	-	-	-	-	-	-	78,72	-	-	-	-	-
	Total misto	712,13	663,74	565,52	575,14	597,61	597,06	556,42	618,85	573,86	573,63	624,18	617,12

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Gráfico 1 - Coleta seletiva em Belo Horizonte ano 2016



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

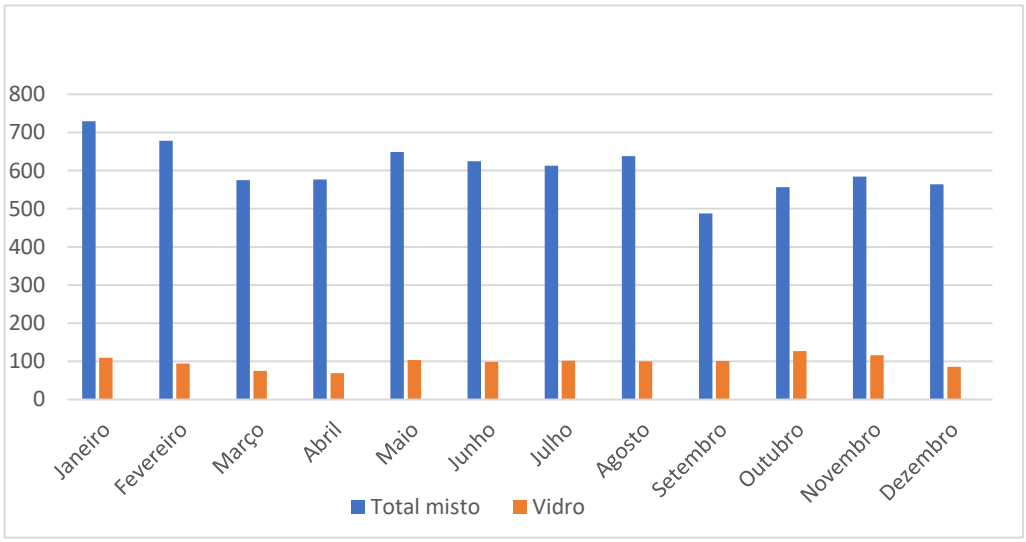
No ano de 2016 a coleta seletiva em Belo Horizonte contou com a participação da COOPEMAR Oeste no recolhimento do material vidro praticamente o ano todo, nos meses de janeiro a junho e de agosto até dezembro, apenas no mês de julho a SLU contratou empresa terceirizada para realizar a coleta do vidro. O mês de novembro de 2016 foi o de maior recolhimento de vidro na cidade com total de 94,23 toneladas, o mês de abril/2016 registrou 68,10 toneladas de vidro para a coleta seletiva, sendo a menor quantidade registrada para esse ano. Belo Horizonte participou das Olimpíadas de Verão de 2016, recebendo jogos de futebol no estádio Mineirão em agosto, no entanto, não foi o mês de maior recolhimento de material de coleta seletiva. O mês de janeiro, período de férias escolares, obteve a maior quantidade de coleta seletiva referente ao total misto, correspondente a todos os materiais coletados (papel, plástico, metal e vidro) com 712,13 toneladas. E o mês de novembro de 2016 contou com a maior quantidade de coleta seletiva de vidro, com 94,23 toneladas recolhidas pela COOPEMAR Oeste em parceria com a SLU.

Quadro 4 - Coleta seletiva em Belo Horizonte - Ano de 2017

Associação ou cooperativa	Tipo de Material	Jan	Fev	Mar	Abril	Maio	Junho	julho	Ago	Set	Out	Nov	Dez
COOPEMAR Oeste	Vidro	109,00	94,48	75,43	69,16	103,58	98,49	-	100,06	101,30	126,78	115,83	86,03
Contratada	Vidro	-	-	-	-	-	-	101,75	-	-	-	-	-
	Total misto	729,24	678,21	574,77	576,59	648,60	624,82	612,68	637,99	487,57	556,39	584,40	564,18

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Gráfico 2 - Coleta seletiva em Belo Horizonte - ano 2017



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A coleta seletiva no ano de 2017 em Belo Horizonte continuou com a parceria entre a SLU e a COOPEMAR Oeste para o recolhimento do vidro em quase todos os meses, com exceção do mês de julho, quando a SLU contratou uma empresa para realizar o recolhimento do vidro da coleta seletiva. No mês de janeiro de 2017 foram recolhidas 729,24 toneladas de material reciclável (total misto), o maior quantitativo do ano. No mês de outubro de 2017 foram arrecadadas 126,78 toneladas de vidro em Belo Horizonte pela COOPEMAR Oeste, a maior quantidade do ano 2017 e o mês com menor quantidade de vidro recolhido da coleta seletiva foi abril com 69,1 toneladas.

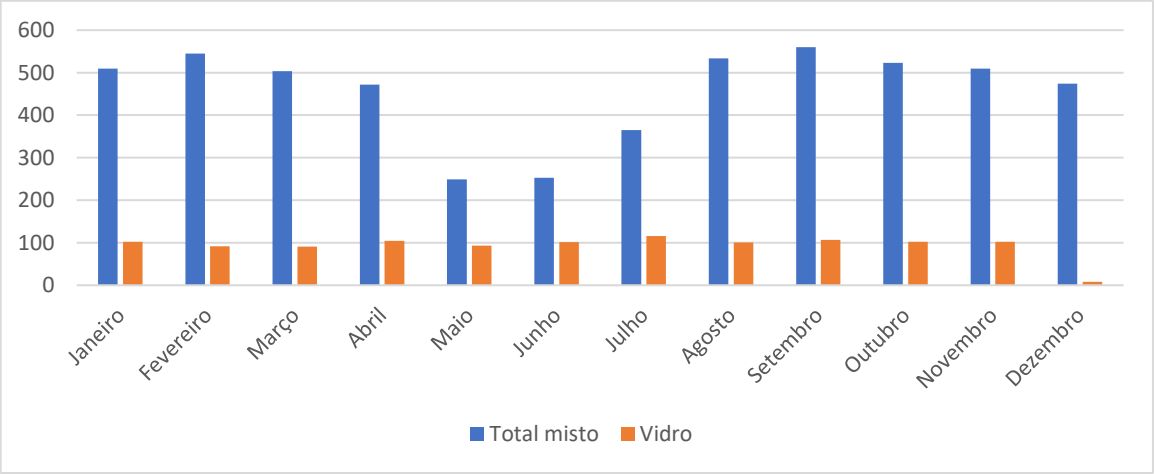
Quadro 5 - Coleta seletiva em Belo Horizonte - Ano de 2018

Associação ou cooperativa	Tipo de material	Jan	Fev	Mar	Abril	Maio *	Junho*	Julho *	Ago	Set	Out	Nov	Dez
COOPEMAR Oeste	Vidro	102,26	91,65	90,79	104,10	92,90	101,49	115,94	101,05	106,86	102,30	102,26	7,96**
Contratada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total misto	509,76	544,59	503,18	471,54	249,36	252,80	364,66	533,47	559,95	523,22	509,76	473,82

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

(*) Considerações da SLU: grande parte dos materiais recicláveis dos roteiros ponto a ponto/LEV e distritos porta a porta não foi pesada, pois a balança está localizada na BR-040 e não havia combustível para realizar esses deslocamentos. Por esse motivo, constata-se queda no quantitativo de materiais recicláveis nesse mês.
(**) Balança com defeito, não havendo pesagem do vidro.

Gráfico 3 - Coleta seletiva em Belo Horizonte – Ano 2018



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

No ano de 2018 os dados relativos à coleta seletiva sofreram a influência de dois fatores que interferiram na pesagem do material: falta de combustível para realizar os deslocamentos entre os pontos de coleta do material reciclável (porta a porta e nos pontos de entrega voluntária) e a balança, ocorrido nos meses de maio, junho e julho. Esse fator interferiu, pois foram os meses de menor quantitativo de material reciclável registrados no ano de 2018.

E outro fator foi o defeito na balança para pesagem do vidro no mês de dezembro de 2018, coincidindo então para o mês de menor quantidade de vidro

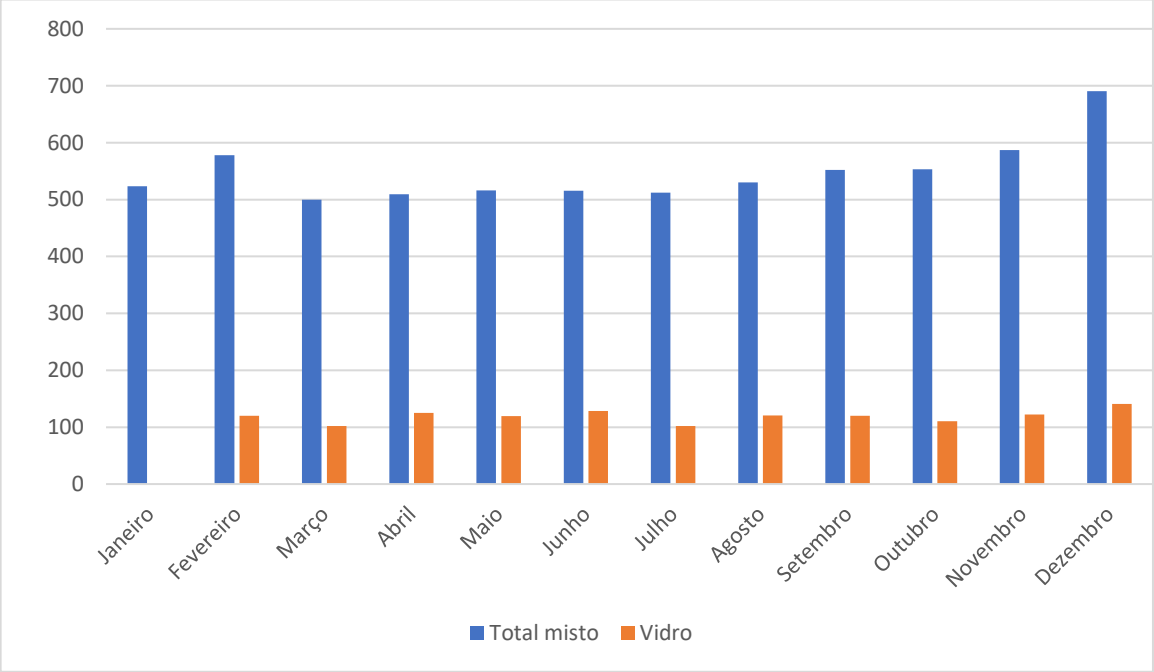
arrecadado no ano. Considerando essas interferências, o mês de setembro de 2018 foi o de maior quantidade de material reciclável recolhido com 559,95 toneladas de total misto e o mês de julho o maior quantitativo de vidro com 115,94 toneladas. Todos os meses do ano de 2018 a coleta do vidro foi realizada pela COOPEMAR Oeste, não houve contratação pela SLU de nenhuma empresa terceirizada para realizar esse serviço.

Quadro 6 - Coleta Seletiva em Belo Horizonte - Ano de 2019

Associação ou cooperativa	Tipo de material	Jan **	Fev	Mar	Abril	Maio	Junho	julho	Ago	Set	Out	Nov	Dez
COOPEMAR Oeste	Vidro	0	120,09	102,12	125,09	119,39	128,72	102,21	120,78	119,93	110,55	121,98	141,04
Contratada		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Todas	Total misto	523,55	577,80	499,73	509,59	515,92	515,72	511,90	529,90	552,03	553,30	586,98	690,73

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Gráfico 4 - Coleta seletiva em Belo Horizonte - Ano 2019



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

No mês de janeiro de 2019 a balança de pesagem do vidro ainda não havia sido consertada, não sendo possível a pesagem desse material reciclável. No mês de

dezembro de 2019 registrou-se 141,04 toneladas de vidro coletado, sendo o maior do ano, coincidindo também para o mês de maior quantidade de material reciclável, com um total misto de 690,73 toneladas. No ano de 2019 não teve empresa contratada para recolhimento do material reciclável vidro. Nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2019 é possível observar um pequeno aumento gradativo na quantidade de material reciclável recolhido total e também de vidro.

Quadro 7 - Coleta Seletiva em Belo Horizonte - Ano de 2020

Associação ou cooperativa	Tipo de material	Jan	Fev	Mar	Abril	Maio	Junho	julho	Ago	Set	Out	Nov	Dez
COOPEMAR Oeste	Vidro	161,7	64,05	68,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-
COOPESOL Leste	Vidro	6,97	20,61	4,34	-	-	-	-	-	-	-	32,58	35,47
Cataunidos	Vidro	-	20,19	14,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Redesol	Vidro	-	32,17	19,59	67,21	72,59	76,01	78,54	77,96	83,52	62,21	110,68	88,75
	Soma vidros	168,67	137,02	107,01	67,21	72,59	76,01	78,54	77,96	83,52	62,21	143,26	124,22
Todas	Total misto	806,35	669,85	571,16	151,86	152,02	183,46	169,41	176,26	171,18	164,25	317,30	488,08

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Observações da SLU:

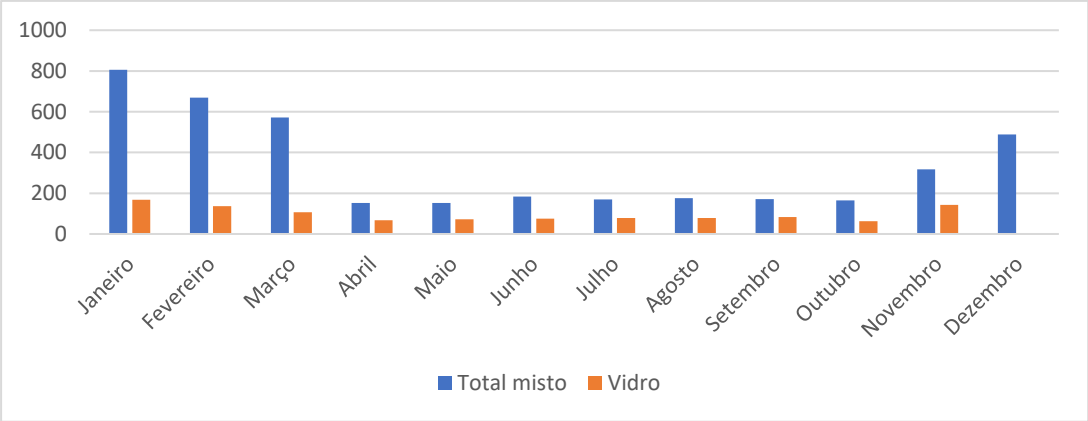
1-A coleta seletiva foi suspensa em 23/03/2020 em função da pandemia do coronavírus.

2-Coleta LEVs: Vidro: coletado de acordo com a demanda e enviado ao galpão da Redesol, uma vez que o caminhão báscula consegue descarregar nas caçambas, dispensando o manuseio pelos cooperados. A coleta é feita pela GELU Pampulha. Os demais materiais recicláveis foram encaminhados ao Aterro Sanitário Macaúbas.

3- Em abril/2020 foi observado grande quantidade do lado de fora dos contenedores.

4- No período entre março e maio alguns contenedores foram substituídos e outros acrescentados.

Gráfico 5 - Coleta seletiva em Belo Horizonte - Ano 2020



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A coleta seletiva do ano 2020 apresentou uma diferença em relação aos anos anteriores as Associações: COOPESOL Leste, Cataunidos, Redesol passaram a recolher o vidro, além da COOPEMAR Oeste que fez esse serviço nos anos de 2016 a 2019 praticamente sozinha, com exceção de alguns poucos meses quando teve empresa contratada pela SLU. O ano de 2020 foi atípico, pois a Coleta Seletiva foi suspensa no final do mês de março em função da pandemia, foi informado pela SLU que o vidro passou a ser coletado sob demanda. O mês de janeiro foi o de maior quantidade de resíduos da coleta seletiva, no total misto foram 806,35 toneladas, sendo 168,67 toneladas de vidro. O mês com menor coleta de material reciclável foi abril com 151,86 toneladas e o mês de outubro com 62,21 toneladas de vidro.

Quadro 8 - Coleta Seletiva em Belo Horizonte - Ano de 2021

Associação ou cooperativa	Tipo de material	Jan	Fev	Mar	Abril	Maio	Junho	julho	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Aterro Macaúbas						6,0	6,55	7,12	5,83				
ASMARE										8,26			
COOPEMAR Oeste													6,16
REDESOL	Vidro	7,82	8,74							56,11		3,48	38,46
COOPESOL Leste				6,47	9,52	27,7					3,70		
Ponto a ponto							48,40	43,88	46,22				
REDESOL	Vidro	50,15	49,43	43,39	42,21	47,81					43,40	47,01	
Ponto Verde							86,68	72,87	86,81				
ASSOCIRECICLE									20,97	16,71	24,17		25,77

COOMARP Pampulha									14,42	22,13	18,41		27,73
COOPESOL LESTE	Vidro	33,52	22,85	23,18	24,75								
REDESOL	Vidro	64,73	67,28	52,02	53,90					77,92	77,96	76,98	64,67
Total Vidro		156,22	148,3	125,06	130,38	81,51	141,63	123,87	174,25	181,13	167,64	127,47	162,79
Todas	Total misto	581,22	568,45	518,10	514,84	525,47	556,82	503,01	541,32	537,08	506,24	541,83	544,06

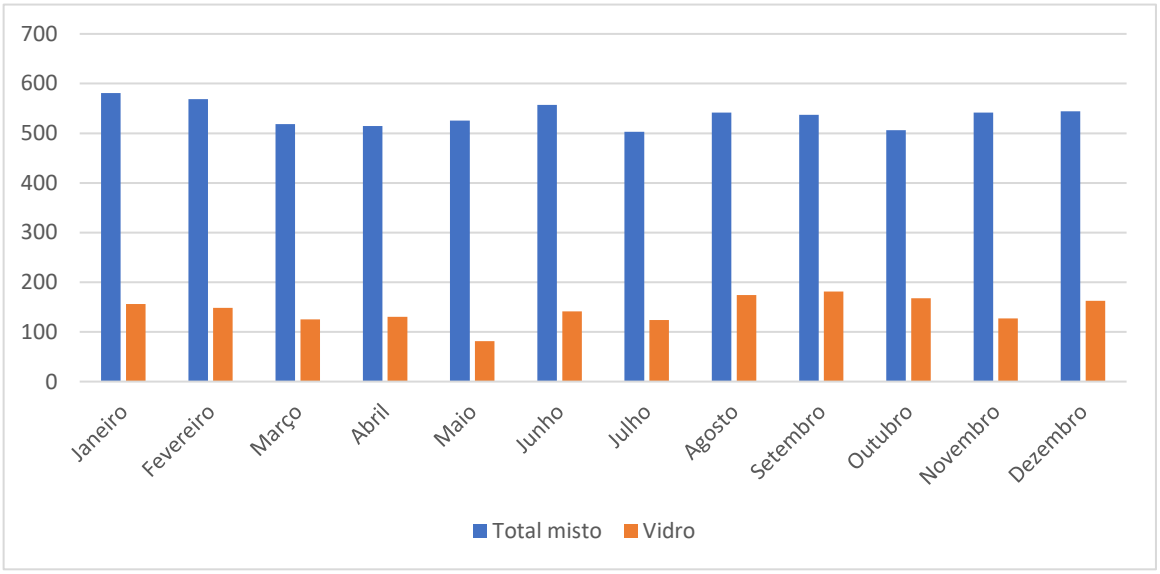
Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Observações da SLU: o atendimento da coleta seletiva abrange 47 bairros.

Os antigos LEV estão sendo substituídos pelos atuais Pontos Verdes.

A coleta de vidro nos LEVs está sendo realizada pela GELU CS desde dez/2020.

Gráfico 6 - Coleta seletiva em Belo Horizonte - Ano 2021

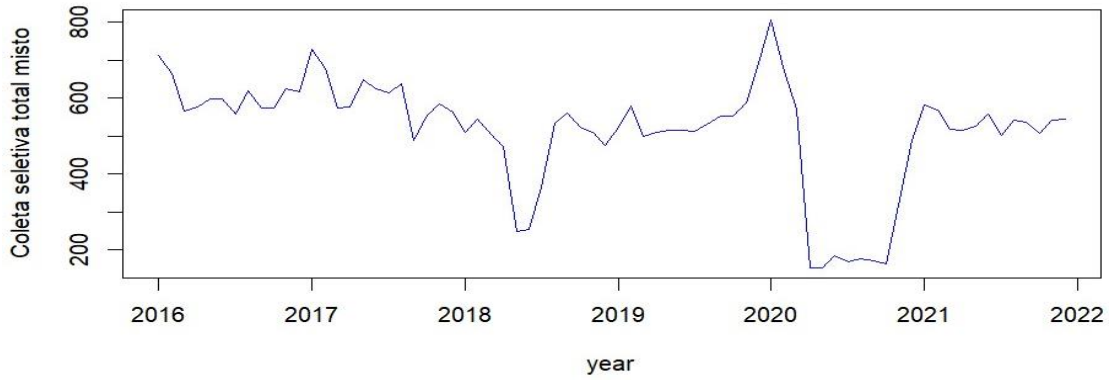


Fonte: dados da pesquisa, 2024.

No ano de 2021 a SLU mudou a metodologia de coleta e organização dos dados referentes a coleta seletiva com planilhas mensais e não anual, incluindo informações sobre o quantitativo de vidro recolhido no “ponto a ponto”, que abrange os antigos LEV e também os pontos verdes, assim chamados os que foram substituídos pelos novos contenedores, até do Aterro Sanitário CTR Macaúbas. Assim, o quadro 6 trata-se de uma síntese de todas as planilhas mensais do ano 2021. As Associações ou Cooperativas que receberam o vidro no ano de 2021 foram: ASMARE, COOPEMAR Oeste, REDESOL, COOPESOL Leste, REDESOL, ASSOCIRECICLE, COOMARP Pampulha. Algumas Associações participaram no

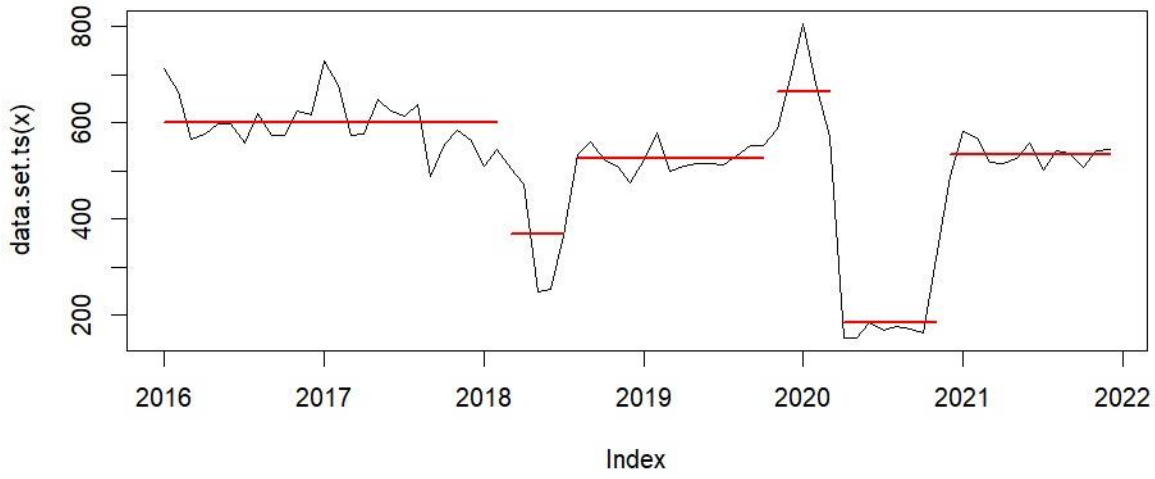
recolhimento do material reciclado tanto no sistema de coleta “porta a porta” quanto nos pontos verdes. Nas planilhas da SLU foi informado que 47 bairros foram atendidos pelo programa “porta a porta” e existiam 40 pontos verdes, de recolhimento voluntário, onde as pessoas levam seu material separado, dos quais existiam 47 contenedores para vidro e 50 para os demais materiais (papel, metal e plástico) no ano de 2021.

Gráfico 7 - Coleta Seletiva em Belo Horizonte - Ano 2016 a 2021



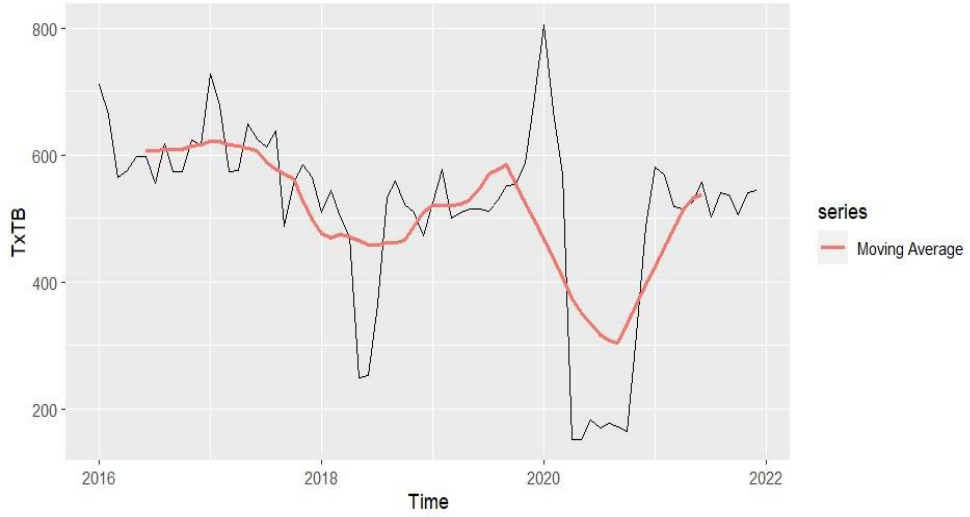
Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Gráfico 8 - A coleta seletiva em Belo Horizonte- variação ao longo do tempo



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Gráfico 9 - Média Móvel da coleta seletiva em Belo Horizonte – Ano de 2016 a 2021



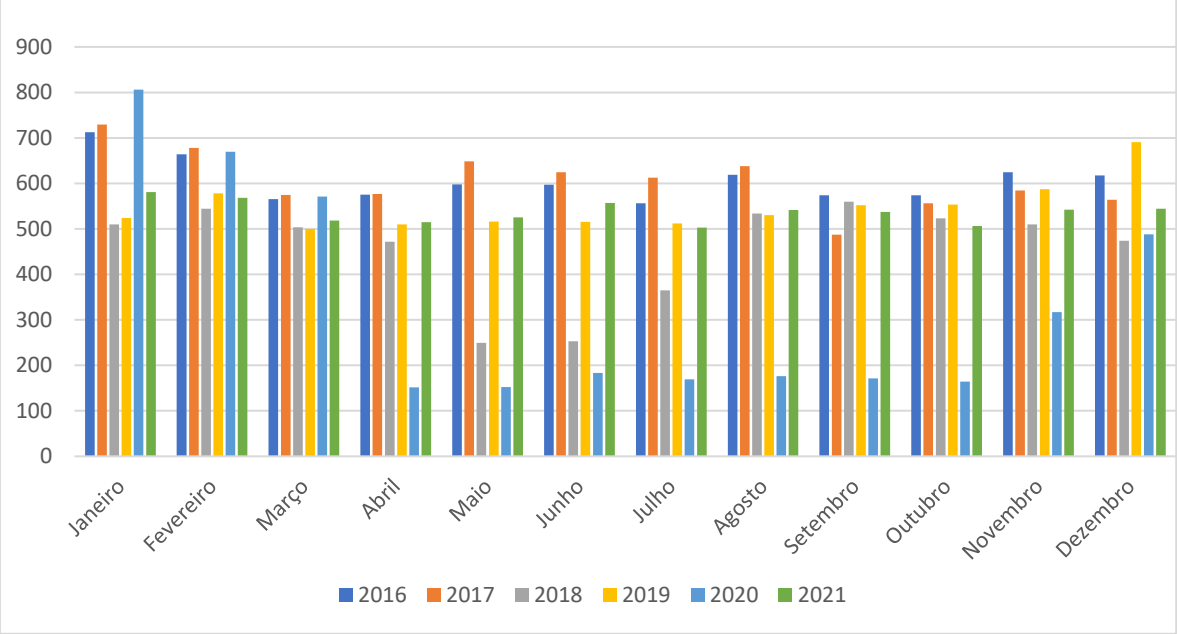
Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A linha preta mostra uma coleta volátil, com picos e quedas, refletindo fatores como campanhas de conscientização, problemas operacionais, e mudanças sazonais.

Em alguns meses, há picos altos que podem ser atribuídos a ações específicas de coleta, enquanto quedas significativas podem ser resultado de eventos como falhas operacionais ou interrupções.

Interrupções críticas ocorreram a Fim de 2018: Houve uma queda acentuada, possivelmente causada por problemas com a balança de pesagem e a falta de combustível para os caminhões de coleta, que impediram a coleta regular. A coleta seletiva foi interrompida durante boa parte do ano, resultando em um grande declínio na quantidade de vidro coletado.

Gráfico 10 - Coleta seletiva de todos os materiais (total misto) em Belo Horizonte- Ano de 2016 a 2021



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

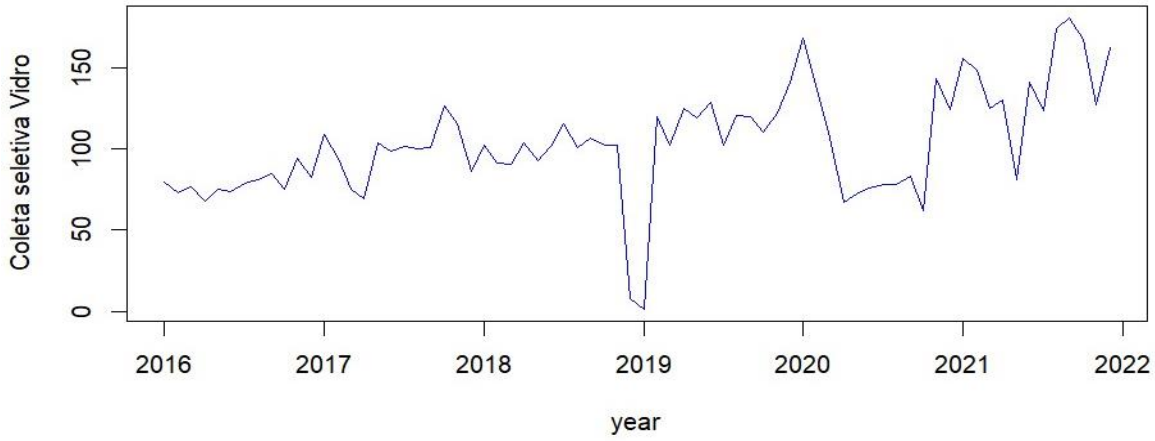
Os gráficos 7, 8 e 10 mostram a variação de coleta seletiva de todos os materiais: papel, plástico, metal e vidro (total misto) ao longo do tempo. O gráfico 7 mostra que em 2016 a quantidade coletada estava em torno de 600 toneladas por mês. Nos anos seguintes, houve variações, com uma tendência geral de aumento até 2017, seguida por uma diminuição significativa em 2018 devido a problemas operacionais, como a falta de combustível para os caminhões e a falha da balança utilizada para pesar os materiais.

O ano de 2020 registrou uma das menores quantidades coletadas, especialmente entre os meses de março e maio, devido à suspensão da coleta seletiva em função da pandemia de COVID-19. Esse impacto negativo foi bastante evidente no gráfico.

Em 2021, o gráfico 07 indica uma recuperação parcial, com a retomada dos serviços de coleta seletiva. No entanto, os volumes coletados ainda não atingiram os níveis de 2016, apontando para uma recuperação gradual.

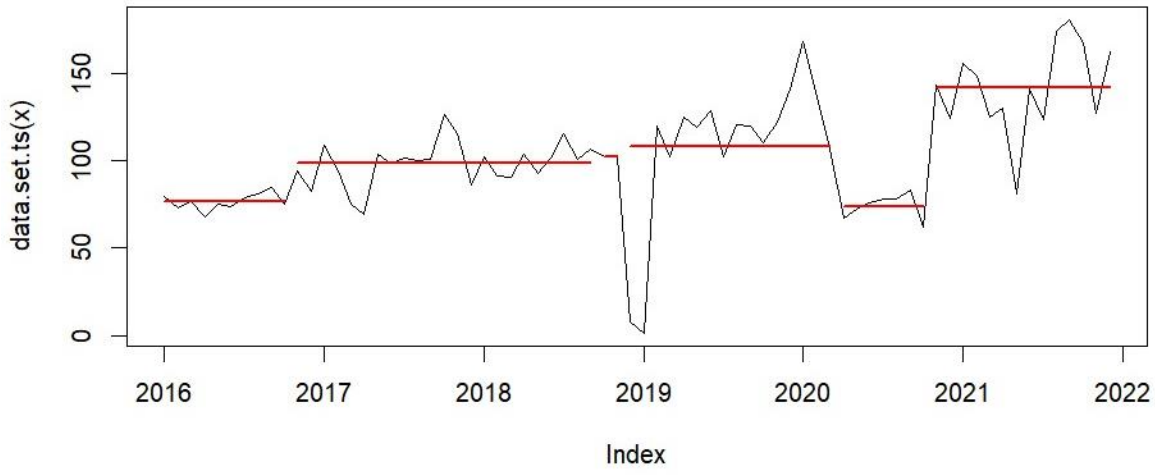
O Gráfico 7 reflete os desafios operacionais e os impactos externos, como a pandemia, na coleta seletiva em Belo Horizonte, além de indicar que os programas de reciclagem ainda enfrentam obstáculos para alcançar os volumes anteriores à pandemia.

Gráfico 11 - Coleta seletiva de vidro em BH - Ano 2016 a 2021



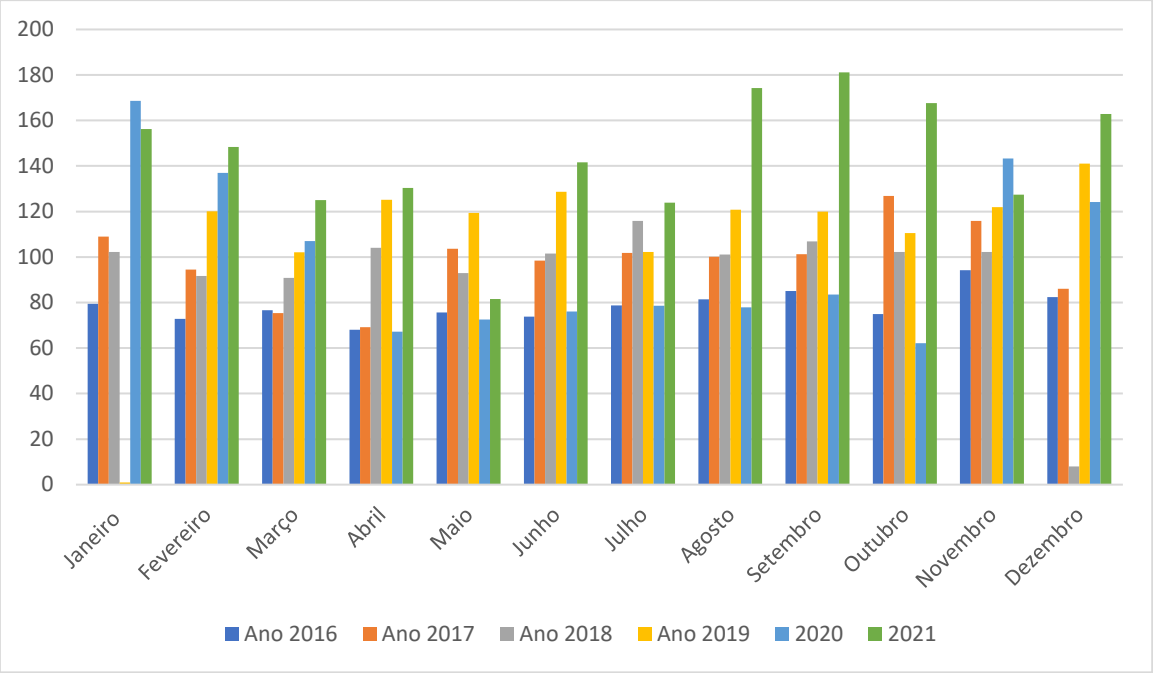
Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Gráfico 12 - Variação da coleta do vidro em Belo Horizonte- Ano 2016 a 2021



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Gráfico 13 - Coleta seletiva do vidro em BH de 2016 a 2021



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Os gráficos 11, 12 e 13 mostram a variação da coleta seletiva do vidro ao longo dos anos de 2016 a 2021.

Há um aumento progressivo da quantidade de vidro coletada ao longo dos anos. Isso reflete um aumento no número de contenedores de coleta seletiva (os chamados Pontos Verdes) instalados em Belo Horizonte, além de melhorias nas iniciativas de conscientização da população para reciclagem de vidro.

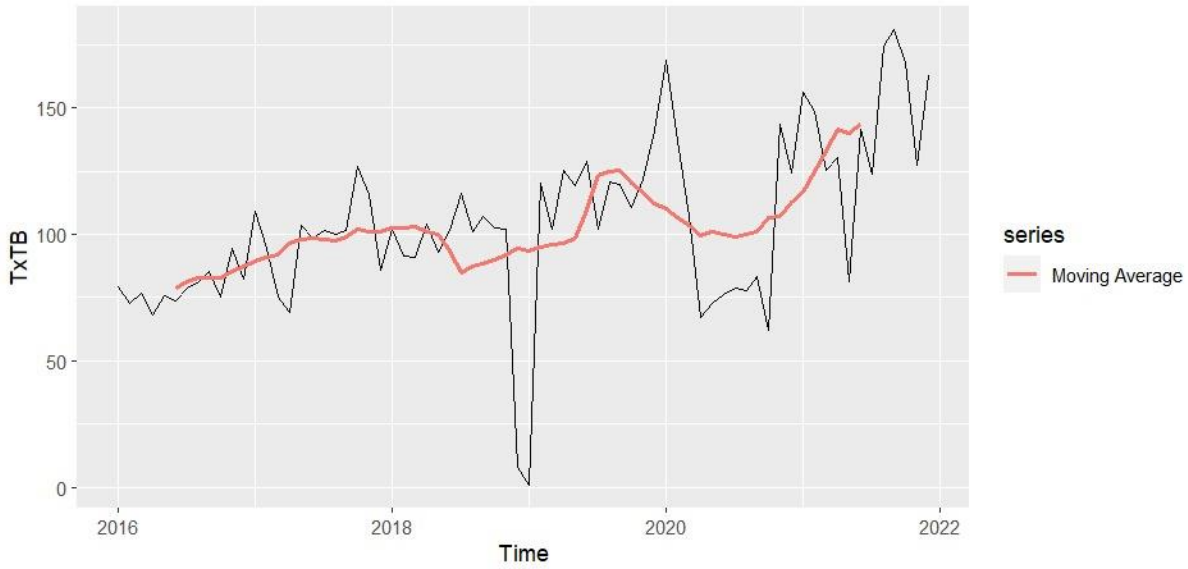
Quedas em momentos específicos: duas quedas significativas são identificadas: no final de 2018, quando houve problemas na balança utilizada para pesar o material coletado, impossibilitando a contagem precisa da quantidade de vidro.

Durante 2020, quando a coleta seletiva foi suspensa devido à pandemia de COVID-19.

O gráfico também sugere uma correlação entre o aumento da coleta de vidro e o retorno do pagamento do programa Bolsa Reciclagem, que fornece incentivos financeiros para cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis.

Essas variações no gráfico indicam tanto os desafios operacionais como os efeitos positivos das políticas públicas voltadas para a reciclagem.

Gráfico 14 - Média Móvel da coleta do vidro em Belo Horizonte- Anos 2016 a 2021



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A linha vermelha, Média Móvel, suaviza as variações da linha preta, revelando uma tendência geral de aumento ao longo dos anos. Há um aumento progressivo da quantidade de vidro coletada ao longo dos anos. Isso reflete um aumento no número de contenedores de coleta seletiva (os chamados Pontos Verdes) instalados em Belo Horizonte, além de melhorias nas iniciativas de conscientização da população para reciclagem de vidro.

Até 2018, a tendência geral foi de aumento na quantidade de vidro coletado, apesar das oscilações mensais. Houve uma queda acentuada, possivelmente causada por problemas com a balança de pesagem e a falta de combustível para os caminhões de coleta, que impediram a coleta regular.

A Média Móvel reflete outra queda em 2020, causada pela interrupção da coleta seletiva durante a pandemia. Isso aparece de forma mais gradual na linha vermelha em comparação à linha preta, que mostra uma queda abrupta.

A partir de 2021, observa-se uma recuperação lenta, com a linha vermelha (Média Móvel) começando a subir novamente, sugerindo a retomada das atividades de coleta seletiva e a implementação de políticas de incentivo, como o programa Bolsa Reciclagem.

O Gráfico 13 destaca tanto as flutuações mensais da coleta seletiva de vidro quanto a tendência de longo prazo. Os picos e vales da linha preta mostram os desafios operacionais e as interrupções temporárias, enquanto a linha vermelha, mais estável, reflete uma tendência de crescimento. Variações Mensais (linha preta): moderado até 2018, seguida por quedas em 2020 devido à pandemia, com uma lenta recuperação em 2021.

Os dados da SLU relativos à coleta seletiva de Belo Horizonte nos anos de 2022 e 2023 ainda não foram disponibilizados para usuários externos.

Observando a coleta seletiva específica do material vidro foi possível perceber que ao longo desses anos de 2016 a 2021 houve um aumento da quantidade coletada, teve dois momentos de queda brusca nos dados, que se referem a duas situações bem específicas no final de 2018, quando a balança estava estragada, o que impossibilitou a pesagem do vidro, e em 2020 quando houve a suspensão do serviço de coleta seletiva no município de Belo Horizonte.

A tendência de elevação de toneladas de vidro arrecadada em Belo Horizonte provavelmente pode estar associada a dois motivos: um deles foi o retorno do pagamento do bolsa reciclagem, que incentivou a coleta desse material de baixo valor comercial (Santana, 2022); outro motivo pode estar associado ao aumento no número de contenedores de coleta seletiva de vidro espalhados na cidade. O que leva a pensar que a população tende a contribuir mais com a coleta seletiva quando há pontos verdes mais próximos de suas residências, então é um conjunto de fatores que possibilita esse aumento nas toneladas de vidro arrecadados, melhora na conscientização da população, o poder público agindo diretamente criando os pontos verdes e o incentivo financeiro para as cooperativas de catadores de materiais reciclados. É importante uma ressalva quanto a escala utilizada, a pesquisa sobre o bolsa reciclagem foi baseada nas regionais do estado de Minas Gerais, mas essa tendência de aumento na coleta seletiva do vidro foi observada tanto no estado quanto na capital.

6.2 Participação dos catadores de materiais recicláveis e suas organizações (cooperativas e associações) no processo de coleta seletiva de vidro

Em Belo Horizonte, os catadores de materiais recicláveis, organizados em cooperativas e associações, desempenham um papel fundamental no sistema de coleta seletiva de vidro. Eles não apenas executam o trabalho árduo de coleta, triagem e venda de materiais, mas também atuam como agentes essenciais na promoção da sustentabilidade ambiental e da inclusão social. A atuação deles é vital para o funcionamento eficiente do sistema de gestão de resíduos sólidos da cidade, sustentando um ciclo de economia circular local que beneficia tanto o meio ambiente quanto as comunidades vulneráveis.

Os catadores, em sua grande maioria, são responsáveis por coletar uma quantidade substancial do vidro reciclado em Belo Horizonte. Atuando de forma autônoma ou integrados em cooperativas, eles percorrem diariamente as ruas da cidade, recolhendo vidro e outros materiais recicláveis das residências e de pontos de coleta específicos. Esse trabalho é desafiador, principalmente porque o vidro é um material pesado e possui baixo valor comercial, o que dificulta sua coleta e transporte. Apesar disso, os catadores seguem com a tarefa, assegurando que esse resíduo seja adequadamente reciclado e evitando que ele acabe em aterros sanitários ou lixões, o que seria prejudicial para o meio ambiente. A reciclagem do vidro, que pode ser realizada indefinidamente sem perda de qualidade, contribui de maneira significativa para a redução do consumo de recursos naturais e para a diminuição da pegada de carbono associada à fabricação de novos produtos.

As cooperativas e associações, como a COOPEMAR, COOPESOL Leste, COOPERSOLI Barreiro e ASMARE, têm um papel crucial nesse processo, ao organizar e profissionalizar o trabalho dos catadores. Essas entidades oferecem uma estrutura que facilita a triagem, o rastreamento e a comercialização de materiais recicláveis, incluindo o vidro, além de proporcionarem melhores condições de trabalho, como o acesso a equipamentos e suporte logístico. Para os catadores que atuam de forma independente, essa estrutura seria, muitas vezes, inviável. Com o apoio das cooperativas, os trabalhadores podem contar com uma rede de suporte e com a segurança de um ambiente organizado, onde suas necessidades são atendidas e suas capacidades, potencializadas.

As parcerias com o poder público também desempenham um papel relevante na eficiência da coleta seletiva. Muitas dessas cooperativas possuem contratos com a prefeitura, o que lhes confere acesso a pontos de coleta maiores e a uma logística aprimorada para o armazenamento e venda do vidro e de outros materiais recicláveis. Essas parcerias fortalecem a cadeia de coleta e incentivam uma economia circular robusta e inclusiva, demonstrando que o esforço conjunto entre sociedade e governo é essencial para promover práticas sustentáveis e ampliar os benefícios sociais.

O impacto da participação dos catadores no processo de coleta seletiva de vidro vai muito além da questão ambiental; ele também representa uma oportunidade de geração de renda e inclusão social para uma população que, em muitos casos, encontra-se em situação de vulnerabilidade. Muitos dos catadores provêm de grupos marginalizados, e o trabalho nas cooperativas lhes oferece uma fonte de renda estável e digna, transformando suas vidas e dando-lhes perspectivas de futuro. Em uma realidade marcada por profundas desigualdades, as cooperativas representam um refúgio de segurança e dignidade, possibilitando que essas pessoas superem desafios socioeconômicos e alcancem um crescimento pessoal e profissional.

Além do impacto econômico, as cooperativas promovem a inclusão social, ao integrar os catadores em um ambiente organizacional que vai além do emprego. Esse espaço oferece oportunidades de capacitação, desenvolvimento de competências e crescimento pessoal, possibilitando que os trabalhadores se vejam como parte de um todo maior. Assim, o trabalho nas cooperativas é mais do que uma fonte de renda; é um caminho de valorização do indivíduo, fomentando o engajamento e a esperança em um futuro mais promissor.

Ao adotar essa abordagem, o sistema de coleta seletiva de vidro em Belo Horizonte não só reduz a quantidade de resíduos descartados, mas também oferece uma base de apoio para o desenvolvimento social e econômico de populações vulneráveis. Dessa forma, a cidade fortalece seu compromisso com a sustentabilidade e com a construção de uma sociedade mais justa e inclusiva.

A participação dos catadores no processo de coleta seletiva de vidro transcende as questões ambientais, oferecendo uma fonte vital de geração de renda para populações em situação de vulnerabilidade. Muitos catadores vêm de contextos sociais marginalizados, e o trabalho nas cooperativas representa, para eles, não apenas uma oportunidade de subsistência, mas também uma via de ascensão econômica e dignidade. Esse trabalho assegura uma renda estável e contribui para o

fortalecimento da economia local, promovendo a inclusão de indivíduos que, em outras circunstâncias, poderiam encontrar-se à margem da sociedade. Dessa forma, as cooperativas oferecem não só um meio de sustento, mas também um ponto de apoio e pertencimento para esses trabalhadores.

As cooperativas não se limitam a proporcionar emprego. Elas integram os catadores em um ambiente organizacional estruturado que possibilita o crescimento pessoal e a capacitação profissional. Esse ambiente permite que os catadores desenvolvam novas competências, ganhem autoconfiança e ampliem suas perspectivas de futuro. Dentro dessas organizações, eles passam a ter acesso a treinamentos e à oportunidade de construir uma trajetória de vida mais estável e próspera, o que promove um sentimento de pertencimento e de valor social. Dessa forma, as cooperativas desempenham um papel fundamental na promoção da inclusão social, transformando realidades e fortalecendo laços comunitários.

Porém, apesar de seu papel fundamental para a sustentabilidade e inclusão social, os catadores e suas organizações enfrentam desafios significativos que limitam o potencial de seu trabalho. A falta de infraestrutura adequada para a triagem e armazenamento do vidro representa uma das maiores dificuldades para essas cooperativas. Esse material é pesado, difícil de transportar e tem um valor de mercado baixo, o que torna a logística de coleta e venda desafiadora. Além disso, a volatilidade do mercado de reciclagem afeta diretamente os rendimentos dos catadores, impondo incertezas e limitando o retorno financeiro de suas atividades.

Outro obstáculo importante é a falta de reconhecimento social e institucional do trabalho dos catadores. Muitas vezes, a sociedade não reconhece o valor da coleta seletiva e do papel dos catadores, e esse desprestígio se reflete na ausência de políticas de incentivo robustas. A insuficiência de programas como o Bolsa Reciclagem, que oferece apoio financeiro às cooperativas, exemplifica como as políticas públicas ainda são insuficientes para garantir condições mais adequadas de trabalho para os catadores. Esse apoio, quando ampliado, poderia permitir que eles trabalhassem em melhores condições e expandissem suas atividades, aumentando o impacto positivo de seu trabalho para a sociedade e o meio ambiente.

Diante desse cenário, fica clara a importância das políticas públicas e das parcerias para a continuidade e o fortalecimento da participação dos catadores e suas cooperativas na coleta seletiva de vidro. Programas de incentivo financeiro, como o

Bolsa Reciclagem, são essenciais para garantir que as cooperativas possam manter suas operações e proporcionar melhores condições de trabalho para os catadores. Essas políticas não apenas oferecem o suporte financeiro necessário, mas também atuam como um reconhecimento institucional do valor do trabalho dos catadores para a cidade.

Além disso, as parcerias entre o setor público, o setor privado e as cooperativas são fundamentais para que a infraestrutura disponível seja melhorada e para que a conscientização da população sobre a importância da reciclagem de vidro seja ampliada. Quando há um esforço conjunto para valorizar e dar visibilidade ao trabalho dos catadores, cria-se um ambiente favorável para o crescimento de um mercado mais estável e rentável para o vidro reciclado. Tais parcerias podem ainda promover inovações na gestão de resíduos, garantindo que a coleta seletiva se torne cada vez mais eficiente e sustentável. Em última instância, essa colaboração fortalece o ciclo de reciclagem do vidro, promovendo uma sociedade mais justa, inclusiva e ambientalmente consciente.

6.3 Barreiras e desafios enfrentados na implementação de programas de reciclagem de vidro

Apesar do crescente reconhecimento da importância da reciclagem de vidro e dos avanços observados em Belo Horizonte, a implementação de programas eficazes nessa área ainda enfrenta uma série de barreiras e desafios que precisam ser superados. Esses obstáculos impedem que a cidade alcance todo o seu potencial em termos de sustentabilidade e economia circular, limitando os benefícios ambientais e sociais que a reciclagem de vidro pode proporcionar.

Uma das principais barreiras é de natureza educacional. A falta de conhecimento e conscientização da população sobre a importância da reciclagem de vidro e sobre como separar e descartar corretamente esse material continua sendo um obstáculo significativo. Muitas pessoas desconhecem os benefícios ambientais e econômicos da reciclagem ou não sabem como proceder com o vidro em suas residências. Essa falta de informação leva à contaminação de outros materiais recicláveis e à perda de recursos valiosos, comprometendo a eficiência dos programas de reciclagem. Sem uma compreensão clara dos processos e da

relevância da sua participação, a população não se engaja plenamente nas iniciativas de reciclagem.

Além das barreiras educacionais, existem desafios financeiros que dificultam a reciclagem de vidro, especialmente em pequena escala. O baixo valor de mercado do vidro em comparação com outros materiais recicláveis, como alumínio e papel, pode desestimular a coleta e a triagem por parte de catadores e cooperativas. Esses profissionais dependem da venda desses materiais para sua subsistência, e o retorno financeiro insuficiente torna a atividade menos atrativa. Ademais, a implantação e manutenção da infraestrutura necessária para a coleta e reciclagem de vidro, como Pontos Verdes e usinas de beneficiamento, demandam investimentos consideráveis por parte do poder público e da iniciativa privada. Sem esse aporte financeiro, a expansão e a eficiência dos programas de reciclagem ficam comprometidas.

Os desafios técnicos também representam um obstáculo significativo. A reciclagem de vidro apresenta especificidades, como a necessidade de separação por cor e a remoção de impurezas, incluindo rótulos e tampas metálicas, que podem comprometer a qualidade do vidro reciclado e limitar suas aplicações futuras. Além disso, o transporte do vidro, por ser um material pesado e frágil, é mais custoso e complexo do que o de outros materiais recicláveis. Essas características aumentam os custos operacionais e exigem soluções logísticas mais elaboradas, o que pode ser um impedimento para cooperativas e empresas que atuam na área de reciclagem.

Outras barreiras incluem a falta de políticas públicas claras e de longo prazo voltadas para a reciclagem de vidro. A ausência de incentivos fiscais para empresas que utilizam vidro reciclado em seus produtos desestimula o uso desse material, dificultando a criação de um mercado sólido para o vidro reciclado. A concorrência com o vidro virgem, que muitas vezes é mais barato devido a subsídios e economias de escala na produção, representa um desafio adicional. Sem políticas que equilibrem essa disparidade e incentivem o uso de vidro reciclado, as iniciativas de reciclagem enfrentam dificuldades para se manterem viáveis e competitivas.

Para superar esses desafios, é essencial que haja um esforço conjunto entre o poder público, a iniciativa privada e a sociedade civil. Programas de educação ambiental devem ser fortalecidos para aumentar a conscientização da população sobre a importância da reciclagem de vidro e para instruir sobre as práticas corretas de separação e descarte. Investimentos financeiros são necessários para aprimorar a

infraestrutura de coleta e reciclagem, tornando o processo mais eficiente e sustentável.

Além disso, a implementação de políticas públicas que ofereçam incentivos fiscais e subsídios pode estimular empresas a utilizarem vidro reciclado em seus produtos, fortalecendo o mercado e tornando-o mais competitivo em relação ao vidro virgem. A criação de normas e regulamentações que promovam a reciclagem e a economia circular também é fundamental para estabelecer diretrizes claras e de longo prazo, proporcionando segurança e previsibilidade para todos os envolvidos.

Ao enfrentar essas barreiras e desafios de maneira proativa, Belo Horizonte pode avançar significativamente em suas práticas de gestão de resíduos sólidos. A reciclagem de vidro não é apenas uma questão ambiental, mas também uma oportunidade para promover o desenvolvimento econômico sustentável e a inclusão social. Com a colaboração de todos os setores, a cidade tem o potencial de se tornar um modelo em reciclagem e economia circular, contribuindo para um futuro mais sustentável e próspero.

6.4 Propostas e Recomendações

A análise da trajetória da coleta seletiva de vidro em Belo Horizonte revela importantes lições e boas práticas que podem ser replicadas e aprimoradas para fortalecer o sistema de reciclagem e promover uma economia circular mais sustentável. Entre essas práticas, destaca-se o incentivo financeiro proporcionado pelo programa Bolsa Reciclagem. Esse programa, ao remunerar a coleta de vidro, mesmo com seu baixo valor de mercado, tem se mostrado um importante estímulo para os catadores e cooperativas, oferecendo uma fonte de renda e reconhecimento pelo trabalho essencial que desempenham. Essa iniciativa não só valoriza o papel dos catadores como também promove a continuidade e expansão da coleta seletiva.

A expansão da infraestrutura de descarte, com a instalação de Pontos Verdes e Locais de Entrega Voluntária (LEVs), é outra medida que contribuiu para o aumento da coleta de vidro. Esses pontos facilitam o descarte correto do vidro pela população, aumentando a quantidade de material coletado e reduzindo o risco de contaminação com outros resíduos. Esse acesso facilita o engajamento dos cidadãos na reciclagem, aproximando a população dos locais de descarte e fortalecendo a consciência ambiental.

Parcerias com o setor privado são fundamentais para a sustentabilidade da coleta seletiva de vidro. Colaborações com empresas e indústrias, como cervejarias e fabricantes de embalagens de vidro, podem fornecer recursos e apoio logístico para o sistema de coleta. Essas parcerias podem incluir o fornecimento de infraestrutura, o financiamento de pontos de coleta e o suporte técnico para o tratamento e reciclagem do vidro, promovendo uma responsabilidade compartilhada e fortalecendo o ciclo de vida sustentável do material.

A educação ambiental é uma ferramenta essencial no fortalecimento da reciclagem de vidro em Belo Horizonte. Campanhas de conscientização e ações educativas nas escolas e comunidades ampliam o conhecimento da população sobre a importância da reciclagem de vidro e sobre as formas corretas de descarte. Iniciativas educacionais podem promover uma mudança de comportamento e criar uma cultura de reciclagem que incentive a participação ativa de todos os cidadãos, contribuindo para o aumento do volume de material reciclado e para a qualidade dos resíduos.

Para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades locais, algumas propostas específicas podem ser implementadas para aprimorar a coleta seletiva de vidro na cidade. Ampliar a coleta seletiva porta a porta para incluir o vidro no sistema de coleta regular e expandi-la para mais bairros facilitaria o descarte correto por parte da população e aumentaria a quantidade de material reciclado. Essa expansão proporcionaria acesso universal a um serviço essencial e incentivaria a adesão dos moradores, além de reduzir o impacto ambiental do descarte inadequado.

O fortalecimento da logística reversa é outra estratégia fundamental para o sucesso da reciclagem de vidro. Essa prática, que promove a responsabilidade compartilhada entre produtores, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores pelo ciclo de vida dos produtos, pode ser incentivada por meio de políticas que estimulem a criação de sistemas de retorno de embalagens pós-consumo. Esse sistema garante que o vidro utilizado em embalagens possa retornar ao ciclo produtivo, minimizando a geração de resíduos e ampliando o uso de material reciclado.

Investir em tecnologia também pode aumentar a eficiência da coleta, triagem e processamento do vidro. A implementação de tecnologias de rastreamento e separação automatizada permite um processamento mais rápido e eficaz, reduzindo

os custos da reciclagem e melhorando a qualidade do material reciclado. Esse investimento contribuiria para superar alguns dos desafios técnicos enfrentados, como a separação por cor e a remoção de impurezas, tornando o processo mais eficiente e econômico.

Finalmente, a criação de incentivos fiscais para empresas que utilizam vidro reciclado em seus produtos pode impulsionar a demanda por esse material, tornando a reciclagem mais economicamente viável e atrativa. Oferecer benefícios fiscais para essas empresas fortaleceria o mercado para o vidro reciclado, estimulando a indústria a adotar práticas sustentáveis e a apoiar o ciclo de reciclagem.

Essas propostas e recomendações refletem a necessidade de um esforço conjunto e coordenado para superar as barreiras e desafios da reciclagem de vidro em Belo Horizonte. Com políticas públicas eficazes, parcerias estratégicas e o engajamento da população, a cidade tem a oportunidade de transformar seu sistema de reciclagem em um modelo de sustentabilidade, promovendo benefícios ambientais, sociais e econômicos duradouros.

6.5 Integração da coleta seletiva de vidro com outras práticas de gestão de resíduos sólidos e políticas de sustentabilidade

A coleta seletiva de vidro desempenha um papel crucial na gestão de resíduos sólidos, mas para maximizar seu impacto ambiental e social, ela deve ser integrada a outras práticas e políticas de sustentabilidade. A sinergia entre diferentes práticas e a adoção de uma abordagem abrangente podem melhorar os resultados da coleta seletiva e contribuir para a transição para uma economia mais sustentável e circular.

Uma das possibilidades de integração está na compostagem de resíduos orgânicos. O vidro pode ser utilizado como material estruturante durante o processo de compostagem, contribuindo para a aeração e a drenagem do composto. Essa abordagem reduz a necessidade de insumos adicionais e agrega valor ao processo de compostagem, criando uma relação complementar entre a reciclagem de vidro e o tratamento de resíduos orgânicos. Essa integração também diminui a quantidade de vidro destinado a aterros e amplia seu uso em práticas sustentáveis.

A redução do consumo de produtos embalados em vidro e o incentivo ao reuso de embalagens são práticas fundamentais para a minimização de resíduos. A conscientização da população sobre o impacto do consumo excessivo e sobre o reuso

de embalagens promove uma cultura de sustentabilidade. A diminuição dos resíduos de vidro começa com a escolha por produtos com embalagens reutilizáveis e com a adesão ao hábito de evitar o descarte imediato de embalagens. Ao estimular essas práticas, é possível reduzir significativamente o volume de vidro que precisa ser processado, aumentando a eficiência da gestão de resíduos.

A transição para uma economia circular é uma política essencial que alinha a reciclagem de vidro com outras práticas sustentáveis. Nesse modelo, os resíduos são vistos como recursos valiosos e são reinseridos no ciclo produtivo. A coleta seletiva de vidro ganha um papel ainda mais relevante, pois passa a ser um dos pilares para reduzir a extração de novas matérias-primas e o impacto ambiental. O vidro reciclado pode ser continuamente reutilizado sem perda de qualidade, o que o torna um recurso fundamental na promoção da economia circular, além de contribuir para a preservação ambiental.

A efetividade da coleta seletiva de vidro e sua integração com outras práticas de sustentabilidade dependem da colaboração entre diversos atores. O setor público tem um papel essencial na criação de políticas públicas que incentivem a reciclagem de vidro e no investimento em infraestrutura adequada. Esse setor também deve oferecer incentivos financeiros e fiscais para empresas e cooperativas, além de promover campanhas de educação ambiental que alcancem diferentes segmentos da sociedade. A presença de políticas robustas e o apoio governamental são fundamentais para assegurar que a coleta seletiva e as práticas de sustentabilidade sejam viáveis e acessíveis a toda a população.

O setor privado é outro ator importante nessa cadeia, pois pode apoiar a coleta seletiva de vidro por meio de investimentos e da implementação de práticas de logística reversa, garantindo o retorno das embalagens ao ciclo produtivo. As empresas também podem adotar o vidro reciclado em seus produtos, promovendo um mercado estável e sustentável para esse material. Essa participação ativa do setor privado contribui para a consolidação da economia circular e fortalece as práticas de sustentabilidade.

As organizações não governamentais (ONGs) desempenham um papel fundamental na conscientização da população e na capacitação dos catadores, além de serem promotoras de projetos inovadores que ampliem o impacto da reciclagem de vidro. As ONGs podem atuar como pontes entre o setor público, o setor privado e

as comunidades locais, criando redes de colaboração que aumentam a eficiência e abrangência das iniciativas de sustentabilidade.

Os catadores são peças centrais na coleta e triagem do vidro, e as cooperativas que os representam devem ser fortalecidas e valorizadas. Essas organizações proporcionam aos catadores melhores condições de trabalho e oportunidades de crescimento social e econômico, o que aumenta a eficiência do sistema de coleta seletiva e amplia o alcance da reciclagem. O fortalecimento das cooperativas não só valoriza o trabalho dos catadores, mas também assegura que a reciclagem de vidro continue a ser uma atividade sustentável e promissora.

Por fim, a população tem um papel decisivo no sucesso da coleta seletiva de vidro. A separação adequada do vidro nas residências e o descarte em locais apropriados são atitudes que, quando adotadas em larga escala, maximizam a eficácia do sistema de reciclagem. O engajamento da população depende do entendimento sobre a importância da reciclagem e do compromisso com práticas cotidianas sustentáveis. A educação e a conscientização são essenciais para motivar as pessoas a participarem ativamente desse processo.

A integração da coleta seletiva de vidro com outras práticas de gestão de resíduos e políticas de sustentabilidade permite a criação de um sistema mais eficiente e interconectado. Com a colaboração de todos os setores envolvidos e a conscientização da população, Belo Horizonte pode fortalecer sua economia circular, reduzindo o impacto ambiental e promovendo uma sociedade mais justa e sustentável.

7 CONCLUSÃO

Uma pesquisa com a presente temática não se limita as possibilidades acadêmicas, já que é urgente e necessário que outras pesquisas e contribuições sejam realizadas para aprofundar o entendimento sobre a dinâmica da reciclagem de vidro e suas interações com fatores sociais, econômicos e ambientais. Diversificar as abordagens de pesquisa pode gerar uma gama de *insights* que permitam o desenvolvimento de soluções mais efetivas e inclusivas.

Em primeiro lugar, investigações adicionais devem considerar a implementação de estudos longitudinais que acompanhem o desenvolvimento do sistema de coleta e reciclagem ao longo do tempo, permitindo analisar as tendências e a eficácia das intervenções implementadas. Tais estudos podem ajudar a identificar quais iniciativas têm sido mais bem-sucedidas e quais áreas ainda precisam de melhorias, possibilitando a formulação de recomendações para políticas públicas baseadas em evidências.

Pesquisas futuras poderão explorar o papel das tecnologias emergentes na reciclagem de vidro. O avanço de técnicas como a inteligência artificial, a automação e novas metodologias de separação de materiais pode não apenas aumentar a eficiência da reciclagem, mas também reduzir os custos associados a ela. Investigações que avaliem a adoção e aplicabilidade dessas tecnologias no contexto específico de Belo Horizonte podem proporcionar reflexões valiosas para futuras práticas mais sustentáveis.

Outro aspecto a ser considerado é a análise de comportamentos e atitudes da população em relação à reciclagem de vidro. Estudos voltados para a psicologia social e comunicação podem contribuir para entender as barreiras comportamentais que inibem a participação ativa dos cidadãos na coleta seletiva. A partir daí, é possível desenvolver estratégias de sensibilização mais eficazes, adaptadas às realidades locais e aos diferentes perfis demográficos da população.

A interseção entre reciclagem de vidro e justiça social não pode ser negligenciada. Pesquisas que examinam as condições de trabalho dos catadores, as implicações socioeconômicas da reciclagem e as políticas públicas que afetam essas comunidades podem apontar que a promoção da sustentabilidade ambiental,

perpassa a assegurar a dignidade e os direitos dos trabalhadores envolvidos no processo.

Além disso, é importante fomentar colaborações entre instituições acadêmicas, governo, setor privado e organizações não governamentais, criando um ecossistema de inovação e aprendizado mútuo. A troca de saberes e experiências pode fortalecer a rede de reciclagem, promovendo uma visão holística que beneficie toda a sociedade. A promoção de uma cultura de responsabilidade compartilhada em relação à gestão dos resíduos é fundamental. Incentivar a participação da comunidade em fóruns e discussões sobre reciclagem não apenas aumenta a conscientização, mas também empodera os cidadãos a se tornarem agentes de mudança em suas comunidades.

Esta dissertação examinou o progresso e os obstáculos no sistema de coleta seletiva de vidro de Belo Horizonte, analisando seu papel dentro de esforços mais amplos de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos e sustentabilidade. Utilizando uma abordagem de métodos mistos, a pesquisa combinou análise quantitativa e qualitativa de dados para compor um quadro interpretativo abrangente. A análise quantitativa envolveu medição detalhada do vidro coletado nas diferentes regiões administrativas de Belo Horizonte, identificando disparidades significativas nas taxas de coleta. Essas disparidades, notavelmente taxas mais altas em áreas mais ricas, ressaltaram as desigualdades socioeconômicas existentes dentro do sistema de gerenciamento de resíduos da cidade. O mapeamento de pontos de coleta seletiva de vidro e as várias associações e cooperativas envolvidas forneceram mais evidências dessas desigualdades, revelando lacunas infra estruturais cruciais, especialmente em bairros de baixa renda.

A análise qualitativa explorou as interações complexas entre os diferentes atores envolvidos na cadeia de reciclagem de vidro: o governo municipal, empresas privadas, cooperativas e associações de catadores e o público em geral. A pesquisa revelou os obstáculos consideráveis enfrentados pelas cooperativas — mais significativamente, o baixo valor de mercado do vidro reciclado e os desafios logísticos associados ao transporte e processamento. Essas realidades econômicas, juntamente com a falta de sistemas de suporte suficientes, criam desafios persistentes para a operação eficaz do sistema de reciclagem.

O estudo examinou de forma detalhada os impactos de políticas públicas relevantes, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e o programa

"Bolsa Reciclagem", nas iniciativas de reciclagem de vidro em Belo Horizonte. A PNRS, instituída em 2010, estabelece diretrizes para um gerenciamento sustentável dos resíduos sólidos no Brasil, enfatizando a responsabilidade compartilhada entre os diversos atores sociais — incluindo o governo, o setor privado e a sociedade civil. Por outro lado, o programa "Bolsa Reciclagem" visa incentivar a participação de catadores de materiais recicláveis, propondo uma compensação financeira para aqueles que atuam na coleta do material reciclável.

Apesar das intenções afirmativas dessas políticas, a análise revelou uma série de questões críticas que demandam uma discussão mais aprofundada. Em primeiro lugar, um dos principais problemas identificados diz respeito à fragmentação das ações e à falta de sinergia entre as diversas políticas que se sobrepõem no campo da gestão de resíduos. A ausência de uma coordenação efetiva entre as iniciativas pode levar a redundâncias, ineficiências e até mesmo à concorrência desleal entre programas governamentais e iniciativas da sociedade civil. Isso evidencia a necessidade de um sistema integrado e coerente que alinhe os objetivos de diferentes políticas, evitando que ações isoladas comprometam o impacto coletivo.

Outro ponto fundamental a ser problematizado é a efetividade dos incentivos financeiros. O programa "Bolsa Reciclagem", embora tenha contribuído para a valorização do trabalho dos catadores, nem sempre é suficiente para cobrir as realidades econômicas que enfrentam. Por exemplo, a insegurança quanto à continuidade e à regularidade dos pagamentos pode desencorajar a participação efetiva dos catadores nesse programa. Por conseguinte, a garantia de um suporte financeiro estável e uma estrutura de incentivos mais robusta são essenciais para assegurar a adesão contínua e o engajamento dos trabalhadores na cadeia de reciclagem.

O papel do governo municipal na implementação e na fiscalização dessas políticas públicas é primordial. A transparência, a prestação de contas e a participação ativa da sociedade nas decisões de gestão de resíduos são fundamentais para o sucesso dessas iniciativas. Além disso, é importante considerar as desigualdades sociais que permeiam o sistema de reciclagem. As políticas públicas devem ser sensíveis às diferentes condições socioeconômicas das comunidades, especialmente nas áreas mais vulneráveis. As iniciativas que não levam em consideração esses fatores podem exacerbar as desigualdades existentes, com grupos emergentes sendo

submetidos a condições de trabalho precárias e sem apoio adequado, o que compromete não apenas a qualidade da reciclagem, mas também a dignidade dos trabalhadores envolvidos.

A discussão sobre políticas públicas no contexto da reciclagem de vidro em Belo Horizonte deve buscar incluir um olhar crítico sobre a sustentabilidade ambiental como um todo. Assim, é necessário questionar até que ponto as iniciativas de reciclagem efetivamente contribuem para a redução do desperdício e a preservação dos recursos naturais, e como essas políticas podem se integrar em um modelo mais amplo de economia circular, em que a recuperação de materiais e a diminuição do consumo sejam priorizadas em detrimento da simples reciclagem.

Para que as políticas públicas em Belo Horizonte, como a PNRS e o "Bolsa Reciclagem", alcancem seus objetivos de maneira eficaz, é fundamental que haja uma integração entre ações governamentais e investimento na criação de um sistema que considere as especificidades locais, promova a justiça social e incentive a participação ativa da sociedade. Isso não apenas fortalecerá a cadeia de reciclagem de vidro, mas também contribuirá para a formação de uma cultura de sustentabilidade e responsabilidade compartilhada na gestão dos resíduos sólidos urbanos. Embora a pesquisa tenha oferecido um quadro sobre o sistema de reciclagem de vidro de Belo Horizonte, vários desafios se colocaram e devem ser reconhecidos.

A disponibilidade limitada de dados da Superintendência de Limpeza Urbana (SLU) de Belo Horizonte é um desafio significativo para a compreensão e avaliação do sistema de reciclagem de vidro na cidade. Essa restrição pode interferir na análise de tendências ao longo do tempo e na identificação de áreas que necessitam de intervenção ou melhoria. A falta de dados abrangentes não apenas dificulta a possibilidade de uma avaliação acurada da eficácia das políticas públicas e iniciativas de reciclagem, mas também compromete a capacidade de formular estratégias fundamentadas nas necessidades reais dos catadores de material reciclável e da população em geral.

Diante desse cenário, torna-se imperativo que futuras pesquisas se concentrem em examinar de forma detalhada os desafios enfrentados pelos catadores de material reciclável. Esses trabalhadores, essenciais na cadeia de reciclagem, lidam com uma diversidade de obstáculos que vão desde questões financeiras e logísticas até a falta de reconhecimento e valorização social. O trabalho dos catadores é, frequentemente, invisibilizado, e a análise de suas condições de trabalho, expectativas e desafios pode

fornecer informações valiosas para a formulação de políticas públicas que não apenas os reconheçam, mas que também garantam condições dignas de trabalho e remuneração justa.

A viabilidade financeira de tecnologias avançadas de reciclagem de vidro também merece uma investigação mais aprofundada. Com o advento de novos métodos e tecnologias que prometem aumentar a eficiência e a eficácia da reciclagem, é crucial avaliar como essas inovações podem ser integradas ao sistema existente em Belo Horizonte. A análise deve abordar não apenas os custos associados à implementação dessas tecnologias, mas também os benefícios potenciais em termos de sustentabilidade, economia de recursos e geração de empregos. A pesquisa nessa área pode ajudar a identificar soluções que equilibram viabilidade econômica e compromisso ambiental.

Além disso, investigar a eficácia de programas de sensibilização pública é essencial para estimular uma cultura de responsabilidade em relação à reciclagem. Muitas vezes, a baixa taxa de participação na coleta seletiva e na reciclagem se relaciona a uma falta de entendimento sobre a importância dessas práticas. Avaliar como diferentes abordagens de conscientização impactam o comportamento da população pode proporcionar ideias sobre as melhores estratégias para envolver os cidadãos, aumentando a disposição para participar ativamente da coleta seletiva. Pesquisa nesse sentido pode incluir a análise de campanhas anteriores, seu alcance e eficácia, bem como o desenvolvimento de novas iniciativas que se baseiem nas melhores práticas identificadas.

Realizar análises comparativas da reciclagem de vidro em outros municípios brasileiros também seria uma abordagem fértil. Comparar os sistemas de coleta e reciclagem em diferentes contextos pode revelar estratégias eficazes, desafios comuns enfrentados e soluções inovadoras que podem ser adaptadas a realidades locais. Essa troca de experiências pode promover o aprendizado mútuo e proporcionar um ambiente mais colaborativo entre municípios, contribuindo para a construção de um sistema de reciclagem de vidro mais estruturado e eficiente em Belo Horizonte.

Em suma, o campo de pesquisa relacionado à reciclagem de vidro é vasto e cheio de oportunidades. A exploração de novas abordagens, a incorporação de tecnologias inovadoras e a ênfase na justiça social e no envolvimento comunitário são

passos cruciais para avançar na eficácia do sistema de reciclagem de vidro em Belo Horizonte, contribuindo assim para uma cidade mais sustentável e inclusiva.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. T. (org.). **Como anda Belo Horizonte**. Rio de Janeiro, Letra Capital/Observatório das Metrópoles, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.004:** classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004

BARBOSA, Suzane T. dos R.; MORAIS, Crislene R. da S.; SILVA, Milena H. A.; VELOSO, Ísis, T. M. O efeito do tratamento térmico sobre a microdureza e cristalinidade de uma vitrocerâmica obtida da reciclagem de resíduos vítreos. **Revista Principia** – Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB nº 51, João Pessoa, 2020, 55-64.

BARROS, C; VIANA, T. **Apostila de vidros**: materiais de construção, edificações, out. 2010. Disponível em: https://edificaacoes.files.wordpress.com/2011/04/apo-vidros-completa-publicac3a7c3a3o.PDF. Acesso em: 30 mai. 2023.

BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. **Elementos de gestão de resíduos sólidos***.* Belo Horizonte: Tessitura, 2012.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de. Superintendência de Limpeza Urbana. **Limpeza Urbana na Belo Horizonte Centenária**. Belo Horizonte, 2000. Limpeza Urbana. Memória – SLU

BIAS FORTES, Jose Francisco. **Mensagem à Assembleia Legislativa apresentada pelo governador do Estado de Minas Gerais na sessão de 1. de fevereiro de 1959**. Belo Horizonte: Imprensa Oficial, 1959. Disponível em: https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:rede.virtual.bibliotecas:livro:1959;000113040. Acesso em: 14 fev. 2024

BRANDÃO, Carlos Antônio Leite. **Belo Horizonte***:* Território e Representação. Editora C/Arte, 2004.

CALDAS, Maria Fernandes. **Instrumentos Urbanísticos para Sustentabilidade de Áreas de Preservação Ambiental**: o caso de Belo Horizonte/MG. MF CALDAS - 2014 - anpur.org.br. Disponível em: http://anpur.org.br/app-urbana-2014/anais/ARQUIVOS/GT4-317-128-20140602001501.PDF. Acesso em: 14 jun. 2024.

CAMPOS, Heliana Kátia Tavares; ABREU, Maria de Fátima. A Gestão dos resíduos sólidos em Belo Horizonte. In: III. Simpósio Interamericano de Resíduos Sólidos, promovido pela AIDIS/SMISAAC, 1996, Cidade do México. **XXV Congreso Interamericano de Ingenieria Sanitária y Ambiental**. Cidade do México: AIDIS, 1996. p. 01 – 09. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4059942/mod_resource/content/1/AULA%205%20-%20DEBATE%2003371P04.PDF. Acesso em: 13 ago. 2022.

CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem). Disponível em: http://www.cempre.org.br/ legislacao/. Acesso em: 13 ago. 2022.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Logística Reversa**. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/logisticareversa/conceitos. Acesso em: 13 set. 2023.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 8ª ed. São Paulo: Cortez, 2006.

CHOR, Dóris. **Belo Horizonte***:* a construção de uma paisagem urbana. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 1996.

CONCEIÇÃO, M. M. **Os empresários do lixo**: um paradoxo da modernidade: análise interdisciplinar das cooperativas de reciclagem de lixo. 2. ed. Campinas, SP: Átomo, 2005.

CONSONI, A. J; PERES, C. S; CASTRO, A. P. de. Origem e Composição do Lixo. In: D'ALMEIDA, M. L. O; VILHENA, A. **Lixo Municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 2000. p. 29-40.

COSTA, G. M. **Produção do espaço metropolitano em Belo Horizonte, Brasil: revisitando a economia política da urbanização**. In: ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA., Anais. Montevidéu, (2009).

COSTA, G. M. **Produção do espaço metropolitano em Belo Horizonte, Brasil***:* revisitando a economia política da urbanização. In: 12º ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12., 2009, p. 1 – 14, Montevidéu. *Anales....* Montevidéu, Easy Planners, 2009. Disponível em: http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Geografiasocioeconomica/Geografiaurbana/46.PDF. Acesso em: 14 fev. 2024

COSTA, H. S. M. e MENDONÇA, J. G. **Urbanização recente e disputa pelo espaço na dinâmica imobiliária metropolitana em Belo Horizonte**. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS. Anais. Caxambu, ABEP, p. 1-17, 2010.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DA SILVA, Christian Luiz; BIERNASKI, Izabel. Planejamento e gestão de resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso na região metropolitana de Belo Horizonte à luz da PNRS*.* **Gestão & Regionalidade**, v. 34, n. 101, 2018.

DELGADO, Guilherme. **História das Cidades no Brasil**. Campinas: Contexto, 2014.

DIAS, Guilherme Guimarães; CRUZ, Thiago Machado de Sá. **Plano de gerenciamento integrado de resíduos vítreos** - PGIRV - Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente: Fundação Israel Pinheiro, 2009.

DINIZ, Luciano dos Santos; VÉRAS, Maura Pardini Bicudo. Reestruturação metropolitana e dinâmicas imobiliárias: transformações recentes na Região Administrativa Venda Nova de Belo Horizonte-MG. **Cadernos Metrópole**, v. 21, p. 195-220, 2019.

IDE-SISEMA**. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. Saneamento Básico/ Resíduos Sólidos Urbanos/Tipologia de disposição municipal. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2020. Dado em formato vetorial (shapefile). Disponível em: https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/. Acesso em: 17 set. 23.

EcoSistema- Sistema de Licenciamento Ambiental. Disponível em: https://ecosistemas.meioambiente.mg.gov.br/. Acesso em mai. 2024, com senha pessoal.

FELIPPE, Miguel Fernandes; MAGALHÃES-JUNIOR, Antônio Pereira. **Consequências da ocupação urbana na dinâmica das nascentes em Belo Horizonte-MG**. VI Encontro Nacional Sobre Migrações, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABEP, 2009.

FLORÊNCIO, Daiane de Oliveira. **Análise espacial da coleta seletiva de resíduos domiciliares em Belo Horizonte**. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial, Dissertação de Mestrado, 2016. Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/Geografia_DaianeDeOliveiraFlorencio_1396.PDF. Acesso em: 14 fev. 2024.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS RENOVÁVEIS. Disponível em: https://www.gov.br/ibama. Acesso em 13 jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/historico. Acessos em 20 jul., 06,13 e 15 ago. 2022.

JESUS, Fernanda S. M.; BARBIERI, José Carlos. Atuação de cooperativas de catadores de materiais recicláveis na logística reversa empresarial por meio de comercialização direta. **Revista de Gestão Social e Ambiental**-RGSA, São Paulo, v. 7, n. 3, p.20-36, out./dez., 2013. (DOI:10.5773/rgsa.v713.816).

LANDIM, Ana Paula M.; BERNARDO, Cristiany O.;MARTINS, Inayara B. A.;FRANCISCO, Michele R.; SANTOS, Monique B.; MELO, Nathália R. de. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, 26 (número especial), 82-92, 2016. (http://dx.doi.org/10.1590/0104-1428.1897).

LEFF, Enrique. **Ecologia, Capital e Cultura**: a territorialização da racionalidade ambiental. Petrópolis: Vozes, 2009.

LEFF, Enrique. **Racionalidade ambiental**: a reapropriação social da natureza. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LIMA, J. D. de. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Campina Grande – PB, ABES, 2001.

MALTA, Guilherme Augusto Pereira et al. Análise da oferta, uso e qualidade dos APPS de informação turística em Belo Horizonte–MG no período 2014-2017. **Marketing & Tourism Review**, v. 3, n. 3, p. 1-33, 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**, Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 204 p.

MORAIS, Caroline; LUTTI, Gabriela; VICTORINO, Thaise – **Guia Técnico de reciclagem do vidro**- 1.ed. – São Paulo: Abividro, 2022. Disponível em: https://circulavidro.org/wp-content/uploads/2024/05/Guia-Tecnico-de-Reciclagem-do-Vidro.PDF. Acesso em: mai. 2024.

MOURA, Rosa et. al Brasil Metropolitano: uma configuração heterogênea. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, n. 105, p. 33-56, jul./dez. 2003.

NAHAS, Maria Inês Pedrosa. **Bases teóricas, metodologia de elaboração e aplicabilidade de indicadores intra-urbanos na gestão municipal da qualidade de vida urbana em grandes cidades***: o caso de Belo Horizonte*. São Carlos: UFSCar, 2002. 373 p.

NAIME, R. **Diagnóstico ambiental e sistemas de gestão ambiental**. Novo Hamburgo, RS: FEVALE, 2005.

NETO, Geraldo C. de O.; SOUZA, Maria Tereza S.de; SILVA, Dirceu da; SILVA, Leonardo A. Avaliação das vantagens ambientais e econômicas da implantação logística reversa no setor de vidros impressos. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. XVII, n. 3, p.199-220, jul.-set.2014

NOGUEIRA, Geovane Rangel Ferreira. **A extração de areia em cursos d'água e seus impactos: proposição de uma matriz de interação** - Juiz de Fora: UFJF, 2016. Disponível em: https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental//files/2014/02/TFC_Vers%C3%A3oFinal.PDF. Acesso em: 14 fev. 2024.

OLIVEIRA, Janete Regina & SANTOS, Larissa Galvão Fontes dos. Saberes e fazeres: o trabalho de campo como prática pedagógica em Geografia. **Revista De Ciências Humanas**, 1(21), p. 207 - 222, 2021. Disponível em: https://periodicos.ufv.br/RCH/article/view/12016. Acesso em: 14 fev. 2024.

PLANALTO. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11413.htm. Acesso em: 03 jul. 2024.

PEREIRA, Fernando Antonio Baptista. **Belo Horizonte***:* Cidade Planejada. Editora C/Arte, 2003.

PHILIPPI JUNIOR, Arlindo e AGUIAR, Alexandre de Oliveira e. **Resíduos sólidos**: características e gerenciamento. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Tradução. Barueri: Manole/USP, 2005.

PINHEIRO, Maria Lúcia Bressan. **Belo Horizonte***:* uma História de Modernidade. Ed. Da UFMG, 1995.

Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: https://www.gov.br/ibama. Acesso em: 28 jun. 2023.

Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte (PMGIRS-BH)- **Gestão integrada de resíduos sólidos**, 2017.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS. Pró-Reitoria de Graduação. Sistema Integrado de Bibliotecas. **Orientações para elaboração de trabalhos científicos: projeto de pesquisa, teses, dissertações, monografias, relatório entre outros trabalhos acadêmicos, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas** (ABNT). 3. ed. Belo Horizonte: PUC Minas, 2019. Disponível em: www.pucminas.br/biblioteca. Acesso em: 19 jun. 2023.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, **Cartilha Compreendendo a Agenda 21 de Belo Horizonte**, Belo Horizonte, julho/2005.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE - **Superintendência de Limpeza Urbana** (SLU). Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/coletaseletiva/cooperativas. Acesso em 01 ago. 2022 e 15 out. 2022.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Estatísticas e Indicadores**. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/estatisticas-e-indicadores. Acessos em: 04 jul. e 02 ago. 2022.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE - **Secretaria de Meio Ambiente** - Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/meio-ambiente. Acesso em: 16 set. 2023.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE – **Números limpeza urbana**. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/numeros-limpeza-urbana. Acesso em: 14 fev. 2023).

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE – **Coleta Seletiva.** Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/coleta-seletiva/ponto-a-ponto. Acesso em: 10 mai. 2024.

Reciclagem de vidro Massfix – Disponível em: https://www.massfix.com.br/. Acesso em: 12 set. 2023.

RIBEIRO, Amanda Karine Chaves et al. **Qualidade do ar na Região Metropolitana de Belo Horizonte: análise de tendência temporal e perspectivas futuras**. Dissertação, repositorio.ufmg.br 2022.

SANTANA, Alice Libânia; LANGE, Liséte Celina.; MAGALHÃES, Aline Souza,. O impacto do instrumento econômico Bolsa Reciclagem na reciclagem do vidro no estado de Minas Gerais. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v.27 n 4, jul/ago 2022, 737-747 (https://doi.org/10.1590/S1413-415220210258).

SANTOS, Gemmelle O.; MOTA, Francisco S. B.; Composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares de Fortaleza/CE dispostos no Aterro Sanitário de Caucaia/CE. **Revista Tecnol**. Fortaleza, v.31, n.1, p.39-50, jun.2010.

SANTOS, Olga; BERGANO, Sofia; OLIVEIRA, Mário. Educação e desenvolvimento na Ilha do Príncipe: A cooperativa de valorização de resíduos e o seu potencial educativo**. Investigação Qualitativa em Educação**: Avanços e Desafios, vol. 7, 2021, 450-460 (https: doi.org/10.36367/ntqr.7.2021.450-460)

SILVA, Fabiane A. de A.; LIMA, Marcelo O.; ALVES, Claudio N. Análise do processo de descarte e reciclagem de vidro em uma distribuidora de bebidas da cidade de Manaus, estado do Amazonas. **ITEGAM-JETIA**. Vol.03, Nº 11, 119-124. Setembro, 2017. (https://dx.doi.org/10.5935/2447-0228.20170070

SEMAD. Disponível em: http://www.meioambiente.mg.gov.br/noticias/6017-minas-da-importante-passo-para-economia-circular-com-a-publicacao-de-diretrizes-de-logistica-reversa. Acesso em: 03 jul. 2024.

SENISE, Jane Victal. **Belo Horizonte***:* a Construção da Cidade Moderna. Editora Crisálida, 2011.

SOARES, Isabel T. D.; STRECK, Letiane; TREVISAN, Marcelo; MADRUGA, Lucia R. da R. G. Logística Reversa: uma análise de artigos publicados na base SPELL. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**- GeAS, Vol.5, N.2. Maio/Agosto.2016. (DOI: 10.5585/geas.v5i2.385)

SOUZA-DAL BÓ, Gláucia Cardoso de. **Estudo da cadeia de reciclagem de vidro**: perspectivas para os municípios da região carbonífera (AMREC) a partir da economia circular Tese (Doutorado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2019. 231 p.

STRAUCH, M; ALBUQUERQUE, P. **Resíduos**: como lidar com recursos naturais. São Leopoldo, RS: Oikos, UPAN, 2008.

VILLAÇA, F. **Espaço intraurbano no Brasil**. São Paulo, Studio Nobel, 1998.

SIAM (Sistema Integrado de Informação Ambiental) - Disponível em: http://www.siam.mg.gov.br. Acessos em: 25 ago. 2023 e 04 set. 2023.

VENÂNCIO, Alinéia Aparecida Marques; DIAS, Mayra Ferreira; MELO, Pedro Henrique do Amaral; ALVIM, William Douglas Alvim; BRITO, Barbara Viana de; NEVES, Beatriz de Barros Neves; FERNANDES, Carolina Lyra de Matta Machado; FERREIRA, Bruno Christiano Silva. Estudo de caso: reciclagem e reuso de vidro em Belo Horizonte - MG. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 5, p.32123 - 32161, may. 2020.

VETTORATO, Jordana Gabriele, GIEHL, Jani Luana Rambo, CHITOLINA, BETTKER, Daine Rodrigues, FREITAS, Nubia Cristina Weber, O vidro e a importância de seu processo de reciclagem e logística reversa. **Revista Dialogus**, Cruz Alta, v.10, n. 1, p.25-47, jan./abr.2021 (https://doi.org./10.33053/dialogus.v10il.395)

ZAGO, Valéria Cristina Palmeira & BARROS, Raphael Tobias de Vasconcelos. Gestão dos resíduos sólidos orgânicos urbanos no Brasil: do ordenamento jurídico à realidade. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Belo Horizonte, v. 24, n. 2, p. 219 - 228, mar./abr. 2019. Disponível em: http://www.scielo.br/PDF/esa/v24n2/1809-4457-esa-24-02-219.PDF. Acesso em: 14 fev. 2024.